

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

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института энергетики и
автоматизированных систем
С.Н. Лукьянов
«30» сентября 2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

Направление подготовки
22.03.02 Металлургия

Профиль программы
Металлургия черных металлов

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Форма обучения
Очная

Институт
Кафедра
Курс
Семестр

Энергетики и автоматизированных систем
Теплотехнических и энергетических систем
3
6

Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 Metallургия, утвержденного приказом МОиН РФ от 04.12.2015г. № 1427.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры теплотехнических и энергетических систем «12» сентября 2017г., протокол № 1.

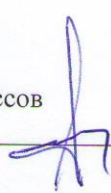
Зав. кафедрой  / Е.Б.Агапитов /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем «20» сентября 2017г., протокол № 1.

Председатель  / С.Н. Лукьянов /


Согласовано:

Зав. кафедрой технологии металлургии и литейных процессов

 / К.Н. Вдовин /


Рабочая программа составлена:

ст.преподаватель каф.ТиЭС

 / С.В.Осколков /

Рецензент:

Зам. начальника ЦЭСТ ОАО «ММК», к.т.н.

 / В.Н. Михайловский

1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Металлургическая теплотехника» является:

- развитие у студентов устойчивых навыков применения фундаментальных законов теплообмена и механики газов, современной теории горения и рационального сжигания топлива;
- формирование у студентов умения чтения схем, чертежей конструкций и элементов высокотемпературных металлургических печей и устройств;
- изучение свойств и требований предъявляемых к материалам, применяемым при сооружении печей;
- формирование у студентов на основе рациональной технологии нагрева металла, умений тепловых расчетов.
- приобретение навыков тепловых расчетов печей, горелок, форсунок и горения газообразного, жидкого и твердого топлива.

2 Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина Б1.В.15 «Металлургическая теплотехника» относится к дисциплинам вариативной части блока 1.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин Б1.Б.9 Математика, Б1.Б.10 Физика, Б1.Б.16 Теплофизика, Б1.Б.17 Основы металлургического производства, Б1.В.02 Физическая химия.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при изучении дисциплины Б1.В.ДВ.09.01 Проектирование доменных печей и Б1.В.ДВ.09.02 Конструкции и проектирование сталеплавильных печей, защите ВКР, а также при выборе и установке оборудования, применяемого в металлургии.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Металлургическая теплотехника» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	ОПК-4 готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основные определения и понятия базовых знаний в области естественнонаучных дисциплин; - фундаментальные основы естественнонаучных дисциплин, основные методы решения типовых задач по известным алгоритмам и правилам; - основные закономерности процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию переработки (обогащения) минерального сырья, производства обработки черных и цветных металлов.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - объяснять типичные модели задач в области металлургической теплотехники; - обсуждать способы эффективного решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

	<ul style="list-style-type: none"> - распознавать эффективное решение от неэффективного, при решении задач сложного теплообмена в рабочем пространстве печи.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - практическими навыками использования элементов проектирования - навыками и методиками обобщения результатов проектирования - способами совершенствования профессиональных знаний и умений проектирования путем использования возможностей информационной среды.
ПК-1 способностью к анализу и синтезу	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - требования по обеспечению тепловой энергией для поддержания требуемых теплотехнологических режимов в высокотемпературных теплотехнических установках. - специфику обеспечения тепловой энергией для поддержания требуемых теплотехнологических режимов в высокотемпературных теплотехнических установках. - способы наиболее эффективных методов обеспечения тепловой энергией для поддержания требуемых теплотехнологических режимов в высокотемпературных теплотехнических установках.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - составлять и рассчитывать тепловые схемы высокотемпературных теплотехнических установок, выбирать их оборудование, режимы работы - составлять и рассчитывать тепловые схемы высокотемпературных теплотехнических установок с использованием вторичные энергоресурсов предприятий - применять современные технологии при разработке схем высокотемпературных теплотехнических установок и выборе их оборудования
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - навыками расчетов, проектирования и эксплуатации высокотемпературных теплотехнических установок - приемами и методами анализа при проведении расчетов и проектировании высокотемпературных теплотехнических установок - приемами и методами анализа при проведении расчетов и проектировании в соответствии с нормативной документацией

4. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Металлургическая теплотехника»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы - 108 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 57,7 академических часов:
 - аудиторная работа - 55 академических часов;
 - внеаудиторная работа – 2,7 академических часа
- самостоятельная работа - 50,3 академических часов.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	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 Раздел. Metallургические печи, теплогенерация в печах, основы теории горения.	6							
1.1 Введение. Назначение тепловых процессов и агрегатов. Общая схема металлургической печи.	6	2			2	Проработка лекционного материала (Пункт 6, тема 1.1)	Наличие конспектов лекций	ОПК-4-зуб ПК-1-зуб
1.2. Теплогенерация в печах. Виды энергии, используемой в печах	6	4	2/2И	2	6	Проработка лекционного материала; подготовка отчета к лабораторной работе; решение задач (Пункт 6, тема 1.2)	Наличие конспектов лекций; сдача отчета по лабораторной работе; сдача практических задач	ОПК-4-зуб ПК-1-зуб
1.3. Основы теории горения, устройства для сжигания топлива, утилизация теплоты продуктов сгорания	6	2/2 ^н	6/2И	4/2И	8	Проработка лекционного материала; подготовка отчета к лабораторной работе; решение задач (Пункт 6, тема 1.3)	Наличие конспектов лекций; сдача отчета по лабораторной работе; сдача практических задач	ОПК-4-зуб ПК-1-зуб
Итого по разделу 1	6	8/2^н	8/4И	6/2И	16			
2 Раздел. Внешний и внутренний теплообмен	6							

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	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				
2.1. Внешний и внутренний теплообмен в рабочем пространстве печей	6	2	2	2	6	Проработка лекционного материала; подготовка отчета к лабораторной работе; решение задач (Пункт 6, тема 2.1)	Наличие конспектов лекций; сдача отчета по лабораторной работе; сдача практических задач	ОПК-4-зுவ ПК-1-зுவ
2.2. Движение жидкости и газов в технологических агрегатах черной и цветной металлургии	6	2	2/2И	2/2И	6	Проработка лекционного материала; подготовка отчета к лабораторной работе; решение задач (Пункт 6, тема 2.2)	Наличие конспектов лекций; сдача отчета по лабораторной работе; сдача практических задач	ОПК-4-зுவ ПК-1-зுவ
Итого по разделу 2	6	4	4/2И	4/2И	12			
3 Раздел. Основные типы промышленных печей	6							
3.1. Материалы, используемые в конструкциях высокотемпературных агрегатов	6	2			4.3	Проработка лекционного материала (Пункт 6, тема 3.1)	Наличие конспектов лекций	ОПК-4-зுவ ПК-1-зுவ
3.2. Основы технологии нагрева металла, выбор рациональных температурных и тепловых режимов	6	2	2	1	4	Проработка лекционного материала; подготовка отчета к лабораторной работе; решение задач (Пункт 6, тема 3.2)	Наличие конспектов лекций; сдача отчета по лабораторной работе; сдача практических задач	ОПК-4-зுவ ПК-1-зுவ
3.3. Теплообменные аппараты и их сравнительная оценка	6	2	4/2И		6	Проработка лекционного материала (Пункт 6, тема 3.3)	Наличие конспектов лекций	ОПК-4-зுவ ПК-1-зுவ
3.4. Основные типы промышленных печей и важнейшие характеристики их тепловой работы	6	4	4/2И		8	Проработка лекционного материала (Пункт 6, тема 3.4)	Наличие конспектов лекций	ОПК-4-зுவ ПК-1-зுவ
Итого по разделу 3	6	10	10/4И	1	22,3			
Итого по дисциплине	6	22	22/10И	11/4И	50,3		Промежуточная аттестация (зачет, курсовой проект)	

5 Образовательные и информационные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Металлургическая теплотехника» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно-компетентностные технологии.

Целями образовательных и информационных технологий являются:

- активизирование мышления обучающихся;
- формирование интереса к изучаемому материалу;
- развитие интеллекта и творческих способностей обучающихся.

Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. На занятиях внедряются такие информационные технологии, как использование электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет). Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, к контрольным работам и тестированию. Этапы познавательной деятельности студентов предполагают последовательно постановку интересующей их проблемы, выдвижение гипотез при ее решении, выражение решения гипотезы научным языком, а также реализация продукта в виде публичного выступления, доклада или презентации. Корректировки образовательного процесса проходят с использованием обратной связи между преподавателем и обучающимися на консультациях, а также при текущем и промежуточном контроле.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения и проработки конспектов, литературы и электронных образовательных ресурсов с необходимыми консультациями преподавателя.

Целью текущего контроля знаний обучающихся является проверка ритмичности работы студентов, оценка усвоения теоретического, практического материала и приобретенных знаний, умений и владений. Текущий контроль обеспечивается:

- опросом студентов на лекциях и практических занятиях;
- допуском к выполнению лабораторных заданий и защитой результатов их выполнения (минимальный уровень знаний оценивается по контрольным вопросам);
- ежемесячной аттестацией студентов по результатам посещения лекционных занятий, выполнения и защиты практических заданий, опроса на занятиях, выполнения контрольных заданий по теоретическому материалу.

Входной контроль подготовки к практическим занятиям и контроль усвоения материала производится в течение всего семестра с периодичностью 1 раз в 1-2 недели. Входной контроль подготовки к лекции производится в течение всего семестра в начале каждой лекции. Промежуточный контроль усвоения лекционного материала производится 2 раза в семестре путем проведения контрольных работ. Итоговый контроль – зачет по окончании семестра.

Тесты для самопроверки

	Текст вопроса	Варианты ответов	Отметка о выборе эталона	Рейтинг сложности вопросов (1-легкий, 2-средний, 3-сложный)
1	К общей характеристике топлива относятся:	классификация по происхождению и агрегатному состоянию	Эталон	2
		химический состав	Эталон	
		теплота сгорания	Эталон	
		коэффициент расхода воздуха при сжигании		
		количество необходимого для горения воздуха и выход продуктов сгорания		
2	Важнейшие химические элементы топлива органического происхождения:	углерод и кислород		1
		углерод и водород	Эталон	
		кислород и водород		
		углерод и азот		
3	В состав негорючей минеральной части топлива - золы входят	Al ₂ O ₃	Эталон	1
		SiO ₂	Эталон	
		CaO	Эталон	
		CO ₂		
		SO ₂		
		N ₂		
4	Какая сера, содержащаяся в топливе, не участвует в горении?	органическая		2
		колчеданная		
		сульфатная	Эталон	
		органическая и колчеданная		
5	Химический анализ топлива по элементному составу применяют	для твердого топлива	Эталон	3
		для жидкого топлива	Эталон	
		для газообразного топлива искусственного происхождения		
		для газообразного топлива естественного происхождения		
		для смеси газообразных топлив		
6	Какая часть влаги, содержащейся в топливе, теряется при сушке?	гигроскопическая		2
		внешняя, удерживаемая механически	Эталон	
		химически связанная		
		гигроскопическая и химически связанная		

7	Какая теплота сгорания топлива соответствует действительному количеству теплоты, выделяемой при сгорании в печах и топках?	высшая теплота сгорания		2
		низшая теплота сгорания	Эталон	
		при сжигании с недостатком воздуха		
		при обогащении дутья кислородом		
		при сжигании с избытком воздуха		
8	В каком виде твердого топлива содержание углерода в составе органической массы может достигать 80-96%?	древесина		2
		торф		
		бурые угли		
		каменные угли	Эталон	
		горючие сланцы		
9	Какому газообразному топливу с теплотой сгорания 3,5-4,0 МДж/м ³ соответствует примерный состав: 9-14% CO ₂ ; 25-30% CO; 57-58% N ₂ ; остальное - CH ₄ и H ₂ .	доменный (колошниковый) газ	Эталон	2
		коксовый газ		
		коксодоменная смесь		
		природный газ		
		смесь доменного и природного газов		
10	Теплота сгорания условного топлива:	7000 кДж/кг		2
		29,3 МДж/кг	Эталон	
		29,3 ккал/кг		
		35,5 МДж/кг		
11	Интервал значений «пирометрического коэффициента» для ориентировочного определения действительной температуры в печах и топках:	0,55-0,65		3
		0,65-0,85	Эталон	
		0,85-0,95		
		0,95-1,05		
		0,35-0,45		
		0,45-0,55		
12	Наибольшее количество теплоты, которое печь может нормально (без недожога топлива в рабочем пространстве) усвоить, называется:	тепловой нагрузкой печи		3
		тепловой мощностью печи	Эталон	
		тепловым режимом печи		
		коэффициентом использования тепла		
		коэффициентом полезного действия		
13	Удельная производительность (напряженность пода печи) характеризует:	интенсивность работы печи	Эталон	3
		интенсивность тепловыделения в печи		
		часовой объем производства		

		% выхода годного продукта		
		размеры рабочего пространства агрегата		
14	Что учитывается в статье «теплота экзотермических реакций» приходной части теплового баланса теплотехнических агрегатов?	все химические реакции, идущие с положительным тепловым эффектом	Эталон	2
		все химические реакции, идущие с положительным тепловым эффектом, кроме реакций горения топлива.		
		теплота, выделяемая при горении топлива		
		теплота, вносимая исходными технологическими материалами		
		теплота, вносимая нагретыми воздухом и топливом		
15	К какому типу печей относятся методические печи?	печи постоянного действия, температура в которых не меняется со временем	Эталон	1
		печи периодического действия, с переменной во времени температурой		
		печи с одинаковой температурой по длине рабочего пространства		
		печи с максимальной температурой при входе заготовок в рабочее пространство		
16	Качество работы печи, ее совершенство как теплового агрегата характеризуется:	коэффициентом полезного теплоиспользования (к.п.т.)	Эталон	3
		коэффициентом полезного действия (к.п.д.)		
		количеством теплоты, которое подают в печь (МДж/ч)		
		удельным расходом топлива (т.у.т./т продукции)		
17	К огнеупорным относят материалы, огнеупорность которых не ниже (по стандартам и терминологии России):	1580 °С	Эталон	3
		1780 °С		
		1680 °С		
		1880 °С		
18	Изделия с огнеупорностью 1770-2000 °С относятся к виду:	огнеупорные	Эталон	3
		высокоогнеупорные		
		высшей огнеупорности		
		теплоизоляционные		
19	В каких огнеупорах в	шамотные		3

	качестве основы преобладает SiO_2 ?	динасовые	Эталон	
		высокоглиноземистые		
		циркониевые		
		форстеритовые		
20	В каких огнеупорах основой является MgO ?	кислые		3
		основные	Эталон	
		вспомогательные		
		нейтральные		
21	Какие из приведенных огнеупоров имеют меньший коэффициент теплопроводности?	магнезитовые		2
		динасовые		
		пеношамотные	Эталон	
		шамотные		
22	Какие огнеупоры выдерживают меньшее количество теплосмен (термоударов)?	шамотные		3
		динасовые	Эталон	
		магнезитовые		
		высокоглиноземистые		
23	Факторы, улучшающие качество теплоизоляции печей, топков, паропроводов	увеличение плотности набивки ваты, асбеста и др.		1
		увлажнение пористых теплоизоляторов		
		применение теплоизоляции большей пористости	Эталон	
		применение теплоизоляции большей плотности		
		применение вакуумно-многослойной теплоизоляции	Эталон	
24	К какой группе относятся нормализованные горелки типа «труба в трубе» конструкции Стальпроекта?	без предварительного смешения	Эталон	2
		плоскопламенные		
		короткопламенные		
		с предварительным смешением		
		инжекционные		
25	Укажите правильную последовательность убывания концентрации компонентов продуктов горения топлива в печах и топках при сжигании в атмосферном воздухе	CO_2 , H_2O , N_2		3
		N_2 , H_2O , CO_2		
		N_2 , CO_2 , H_2O	Эталон	
		H_2O , N_2 , CO_2		
		H_2O , CO_2 , N_2		
		CO_2 , N_2 , H_2O		
26	Какие стали обладают меньшим коэффициентом теплопроводности и требуют более медленного нагрева?	малоуглеродистые		1
		среднеуглеродистые		
		высокоуглеродистые		
		низколегированные		
		высоколегированные	Эталон	
37	Какие из перечисленных факторов приводят к	изменения направления потока	Эталон	2
		изменения сечения канала	Эталон	

потерям давления на местные сопротивления при движении газов по трубам и каналам?	вход потока в канал и выход из него	Эталон	
	трение о стенки канала		
	слияние и разделение потоков	Эталон	
	прохождение через плоскую решетку или дроссельную шайбу	Эталон	
	шероховатость стен труб, каналов		

Перечень вопросов для самостоятельной работы

Тема 1.1

1. Назначение и классификация металлургических печей.
2. Назначение и общая схема промышленной печи.

Тема 1.2

1. Нагрев дуговой и плазменный. Назначение, области эффективного применения.
2. Нагрев индукционный. Назначение, области эффективного применения
3. Нагрев электросопротивлением и электроннолучевой. Назначение, области эффективного применения.

Тема 1.3

1. Виды топлива и их состав. Условное топливо.
2. Основные характеристики топлива.
3. Устройства для сжигания топлива.
4. Содержание и последовательность расчетов горения топлива.

Тема 2.1

1. Основные закономерности механики печных газов.
2. Составление и анализ тепловых балансов печей, основные теплотехнические показатели работы печей и пути энергосбережения.

Тема 2.2

1. Свободные и частично ограниченные струйные течения.
2. Ограниченные струйные течения. Инжектор и эжектор.
3. Виды движения газов в печах.
4. Потери энергии при движении газов.

Тема 3.1

1. Материалы, применяемые в печах.
2. Основные элементы конструкций печей.
3. Основные типы плавильных, нагревательных и термических печей.
4. Огнеупорные материалы, их основные свойства.
5. Теплоизоляционные материалы, их основные свойства.

Тема 3.2

1. Основы технологии нагрева металла. Типовые режимы нагрева «тонких» и «массивных» заготовок.
2. Особенности нагрева качественных сталей.

3. Основы расчета нагрева «тонких» и «массивных» заготовок.
4. Влияние условий охлаждения металла на его свойства.
5. Виды брака при нагреве металла и пути снижения потерь металла.
6. Коэффициент теплопроводности сталей и факторы, влияющие на него.

Тема 3.3

1. Использование вторичных энергоресурсов. Типы теплообменников, их назначение и сравнительная оценка.
2. Основы теории подобия и моделирования теплотехнических и теплоэнергетических процессов и оборудования.
3. Очистка дымовых газов.

Тема 3.4

1. Классификация промышленных печей.
2. Вспомогательное оборудование печей.

Курсовой проект

Цель выполнения проекта – приобретение студентами навыков выполнения теплотехнических расчетов процессов, совершаемых в промышленных печах, выбора конструктивных решений печей и их элементов, умений пользоваться справочной и нормативной литературой по теплотехнике, использовать различные диаграммы для расчета параметров и процессов.

Для студентов профиля «Металлургия черных металлов» предусмотрены следующие темы курсовых проектов: «Расчет воздухонагревателя доменной печи», «Тепловой расчет регенератора».

Курсовой проект включает полный тепловой и аэродинамический расчеты печи (регенеративного воздухонагревателя) и состоит из пояснительной записки и графической части. Графическая часть в виде 1-2 разрезов выполняется на одном листе формата А1.

Пояснительная записка должна быть изложена на 20-30 с. бумаги размера 210 x 297 на одной стороне листа, оформлена в обложке, снабжена оглавлением и списком использованной литературы. Пояснительная записка в целом или отдельные ее элементы могут быть представлены распечаткой программы и ее решения на компьютере.

Элементы печи (воздухонагревателя), дымового тракта, горелок и вентиляторов выполняются в пояснительной записке с соблюдением требований ЕСКД.

Курсовой проект выполняется в следующей последовательности (по этапам):

1. Характеристика регенератора.
2. Расчет горения топлива.
3. Определение калориметрической температуры горения топлива.
4. Расчет теплообмена в насадке.
5. Расчет поверхности нагрева насадки.
6. Определение размеров регенератора.
7. Аэродинамический расчет дымового тракта.
8. Расчет высоты дымовой трубы.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачет)

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-4 готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач		
Знать	<p>- основные определения и понятия базовых знаний в области естественнонаучных дисциплин;</p> <p>- фундаментальные основы естественнонаучных дисциплин, основные методы решения типовых задач по известным алгоритмам и правилам;</p> <p>- основные закономерности процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию переработки (обогащения) минерального сырья, производства обработки черных и цветных металлов.</p>	<p>Список контрольных вопросов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виды топлива и их состав. Условное топливо. 2. Основные характеристики топлива. 3. Устройства для сжигания топлива. 4. Содержание и последовательность расчетов горения топлива. 5. Нагрев дуговой и плазменный. Назначение, области эффективного применения. 6. Нагрев индукционный. Назначение, области эффективного применения 7. Нагрев электросопротивлением и электроннолучевой. Назначение, области эффективного применения 8. Основные закономерности механики печных газов. 9. Свободные и частично ограниченные струйные течения. 10. Ограниченные струйные течения. Инжектор и эжектор. 11. Виды движения газов в печах. 12. Потери энергии при движении газов. 13. Коэффициент теплопроводности сталей и факторы, влияющие на него. 14. Влияние условий охлаждения металла на его свойства. 15. Основы теории подобия и моделирования теплотехнических и теплоэнергетических процессов и оборудования.
Уметь	<p>- объяснять типичные модели задач в области металлургической теплотехники;</p> <p>- обсуждать способы эффективного решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;</p> <p>- распознавать эффективное решение от неэффективного, при решении задач сложного теплообмена в рабочем пространстве печи.</p>	<p>Примеры задач:</p> <p>Пример 1. Определить температуру в центре сляба из малоуглеродистой стали толщиной $b=0.3\text{ м}$, нагреваемого в методической зоне печи с шагающим подом с $t_{\text{пов}} = 0^\circ\text{C}$ до $t_{\text{пов}} = 600^\circ\text{C}$, если температура продуктов сгорания в зоне печи меняется от 800°C до 1300°C в конце зоны. Средний коэффициент теплоотдачи принять $100\text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$</p> <p>Пример 2. Рассчитать рекуператор для подогрева воздуха для следующих условий: температура воздуха на входе – выходе рекуператора: $0\text{--}450^\circ\text{C}$, температура дыма на входе в рекуператор - 1050°C, расход газа на отопление печи $V=5.46\text{ м}^3/\text{с}$, количество дыма на входе в рекуператор $V=34.9\text{ м}^3/\text{с}$. Состав дымовых газов: $\text{N}_2=72\%$, $\text{CO}_2=11\%$, $\text{H}_2\text{O}=17\%$</p>
Владеть	<p>- практическими навыками использования элементов проектирования</p> <p>- навыками и методиками</p>	<p>Варианты заданий для выполнения курсового проекта:</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства													
		Расчет воздухонагревателя доменной печи													
		Номер вар-та	Расход дутья, м ³ /мин	Температура подогрева воздуха	Тип насадк и	Топливо	Температура воздуха на входе в насадк у	Давление Дутья, Мн/м ²	Влагосодержание, г/м ³			Коэффициент расхода воздуха	Теплота сгорания смеси топлив, МДж/м ³	Размер ячейки	Количество воздухонагревателей в блоке
								Доменного газа	Природного газа	Воздуха					
<p>обобщения результатов проектирования</p> <p>- способами совершенствования профессиональных знаний и умений проектирования путем использования возможностей информационной среды.</p>		1	3500	1200	Блочная БНИ-12-2	Дом.газ+прир.газ	115	0.32	32	19	15	1.23	5.2	Ø 41	3
		2	2600	1230	Блочная БНИ-12-2	Дом.газ+прир.газ	140	0.34	25	40	25	1.2	8.0	Ø 41	4
		3	3100	1170	Прямоугольный	Дом.газ+прир.газ	130	0.35	35	25	18	1.25	5.1	60x60	3
		4	3300	1150	Блочная БНИ-12-2	Дом.газ+прир.газ	100	0.37	30	35	23	1.22	5.2	Ø 41	3
		5	3500	1220	Фасонная-НК-2	Дом.газ+прир.газ	110	0.39	35	35	19	1.2	5.0	55x55	4
		6	3600	1150	Фасонная-НК-2	Дом.газ+прир.газ	125	0.36	28	32	25	1.24	5.1	65x65	3
		7	2900	1190	Ребристая-К-2Н	Дом.газ+прир.газ	120	0.32	25	30	20	1.24	5.3	65x65	3
		8	3000	1220	Прямоугольный	Дом.газ+прир.газ	180	0.33	23	28	20	1.21	5.3	60x60	4
		9	5000	1200	Блочная БНИ-12-2	Дом.газ+прир.газ	100	0.43	33.7	13.5	25	1.25	5.1	Ø 41	4
		10	3600	1150	Фасонная-НК-2	Дом.газ+прир.газ	125	0.32	25.2	9.73	25	1.2	5.1	65x65	4
		11	2900	1180	Фасонная-НК-2	Дом.газ+прир.газ	150	0.29	30	25	20	1.25	5.0	55x55	3

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства												
		12	2700	1250	Фасонная-НК-2	Дом.газ+прир.газ	150	0.35	30	25	18	1.22	5.2	55x55
13	2700	1000	Фасонная-НК-2	Дом.газ+прир.газ	110	0.31	33.7	18.5	14	1.2	4.8	65x65	4	
14	3800	1230	Фасонная-НК-2	Дом.газ+прир.газ	120	0.39	33.7	18.5	18	1.23	4.9	55x55	4	
15	2300	1170	Ребристая-К-2Н	Дом.газ+прир.газ	130	0.27	40	30	18	1.22	4.9	65x65	4	
Тепловой расчет регенератора														
Вариант	Температура воздуха на входе в регенератор, С	Средняя температура подогрева воздуха, С	Вид топлива	Максимальная тепловая нагрузка печи, МВт	Температура продуктов сгорания на входе в регенератор, С	Средний коэффициент расхода воздуха в регенераторе	Тип насадки	Размер ячейки, мм	Продолжительность периода, мин.					
1	20	970	Прир.газ+15% мазута	46.9	1570	1.44	Каупера	160x160	9					
2	25	1000	Прир.газ+20% мазута	44.4	1520	1.46	Петерсена	120x120	10					
3	30	1050	Прир.газ+25% мазута	46.0	1560	1.48	Сименса	165x165	11					
4	35	1110	Прир.газ+30% мазута	48	1500	1.50	Брусковья	140x140	12					
5	40	950	Прир.газ+15% мазута	50	1560	1.3	Каупера	100x100	9					
6	45	1050	Прир.газ+20% мазута	48.1	1490	1.34	Петерсена	120x120	10					
7	50	1100	Прир.газ+25% мазута	53.1	1480	1.36	Сименса	140x140	11					
8	55	1000	Прир.газ+30% мазута	55.5	1530	1.38	Брусковья	100x100	12					
9	20	1150	Прир.газ+15% мазута	58.2	1570	1.4	Каупера	120x120	9					
10	25	950	Прир.газ+20% мазута	54.3	1520	1.44	Петерсена	140x140	10					
11	30	1000	Прир.газ+25% мазута	56.5	1560	1.46	Сименса	100x100	11					
12	35	1050	Прир.газ+30% мазута	48.1	1500	1.48	Брусковья	120x120	12					

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства									
		13	40	1100	Прир.газ+15% мазута	53.1	1560	1.50	Каупера	140x140	9
		14	45	980	Прир.газ+20% мазута	55.5	1490	1.3	Петерсе на	100x100	10
		15	50	950	Прир.газ+25% мазута	58.2	1480	1.34	Сименса	120x120	11
		16	20	1000	Прир.газ+30% мазута	54.3	1530	1.36	Брусков а	140x140	12
		17	25	1050	Прир.газ+15% мазута	56.5	1570	1.38	Каупера	100x100	9
		18	30	1100	Прир.газ+20% мазута	48.1	1520	1.4	Петерсе на	120x120	10
		19	35	980	Прир.газ+25% мазута	53.1	1560	1.44	Сименса	140x140	11
		20	40	1000	Прир.газ+30% мазута	55.5	1500	1.46	Брусков а	100x100	12
		21	45	1050	Прир.газ+15% мазута	58.2	1560	1.48	Каупера	120x120	9
		22	50	1100	Прир.газ+20% мазута	54.3	1490	1.50	Петерсе на	140x140	10
		23	20	950	Прир.газ+25% мазута	56.5	1480	1.3	Сименса	100x100	11
		24	25	1000	Прир.газ+30% мазута	44.4	1530	1.34	Брусков а	120x120	12
		25	30	1050	Прир.газ+15% мазута	46.0	1480	1.36	Каупера	140x140	9
ПК-1 способностью к анализу и синтезу											
Знать	<p>- требования по обеспечению тепловой энергией для поддержания требуемых теплотехнологических режимов в высокотемпературных теплотехнических установках.</p> <p>- специфику обеспечения тепловой энергией для поддержания требуемых теплотехнологических режимов в высокотемпературных теплотехнических установках.</p> <p>- способы наиболее эффективных методов обеспечения тепловой</p>	<p>Перечень вопросов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назначение и классификация металлургических печей. 2. Назначение и общая схема промышленной печи. 3. Использование вторичных энергоресурсов. Типы теплообменников, их назначение и сравнительная оценка. 4. Очистка дымовых газов. 5. Основы технологии нагрева металла. Типовые режимы нагрева "тонких" и "массивных" заготовок. 6. Особенности нагрева качественных сталей. 7. Виды брака при нагреве металла и пути снижения потерь металла. 8. Основные элементы конструкций печей. 9. Основные типы плавильных, нагревательных и термических печей. 10. Огнеупорные материалы, их основные свойства. 11. Теплоизоляционные материалы, их основные свойства. 12. Вспомогательное оборудование печей. 13. Составление и анализ тепловых балансов печей, основные теплотехнические показатели работы печей. 									

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	энергией для поддержания требуемых теплотехнологических режимов в высокотемпературных теплотехнических установках.	
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - составлять и рассчитывать тепловые схемы высокотемпературных теплотехнических установок, выбирать их оборудование, режимы работы - составлять и рассчитывать тепловые схемы высокотемпературных теплотехнических установок с использованием вторичные энергоресурсов предприятий - применять современные технологии при разработке схем высокотемпературных теплотехнических установок и выборе их оборудования 	<p>Выбрать горелку для следующих случаев:</p> <p>Пример 1. Выбрать горелку для расхода газа $5 \text{ м}^3/\text{с}$ при давлении воздуха перед горелкой 3.4 кПа и температуре подогрева воздуха 300°C</p> <p>Пример 2. Подобрать горелку типа «труба в трубе» для сжигания $0.223 \text{ м}^3/\text{с}$ смешанного газа с теплотой сгорания $Q=6.7 \text{ МДж}/\text{м}^3$. Давление газа перед горелкой 3 кПа, воздуха, подогретого до 400°C - 1 кПа. Коэффициент расхода воздуха 1.1</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - навыками расчетов, проектирования и эксплуатации высокотемпературных теплотехнических установок - приемами и методами анализа при проведении расчетов и проектировании высокотемпературных теплотехнических установок - приемами и методами анализа при проведении расчетов и проектировании в соответствии с нормативной документацией 	<p>Примеры задач:</p> <p>Задача 1. Определить К.И.Т. печи, работающей на природном газе (состоит на 100% из CH_4). Температура уходящих газов $t_{\text{ух}}=1150^\circ\text{C}$, подогретого воздуха для горения $t_{\text{возд}}=400^\circ\text{C}$, коэффициент расхода воздуха $\alpha_t=1,15$. Как изменится К.И.Т., если коэффициент расхода воздуха увеличить до $\alpha_t=1,5$?</p> <p>Задача 2. Определить потерю тепла через 1 м^2 кирпичной обмуровки печи толщиной $\delta_1 = 250 \text{ мм}$ и температуры на поверхностях, если температура газов $t_{\text{ж1}} = 600^\circ\text{C}$, температура воздуха $t_{\text{ж2}} = 30^\circ\text{C}$, $\alpha_1 = 20 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $\alpha_2 = 8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ и $\lambda = 0,7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.</p> <p>Задача 3. Определить потери тепла в единицу времени через кирпичную стенку длиной 5 м, высотой 3 м и толщиной 250 мм, если на поверхностях стенки поддерживаются температуры $t_{\text{с1}} = 20^\circ\text{C}$ и $t_{\text{с2}} = -30^\circ\text{C}$. Коэффициент теплопроводности кирпича $\lambda = 0,6 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

на оценку «зачтено» – студент должен показать 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; должна быть выполнена контрольная работа, в которой были решены задачи по расчету состава различных анализируемых масс органического топлива, определения его теплотворной способности и определения состава и объема продуктов сгорания.

на оценку «не зачтено» – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Показатели и критерии оценивания курсового проекта:

– 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 (модуля)

а) Основная литература:

1. Тинькова, С.М. Теплофизика и металлургическая теплотехника : учеб. пособие / С.М. Тинькова. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. - 168 с. - ISBN 978-5-7638-3751-3. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032123>

2. Дзюзер, В.Я. Теплотехника и тепловая работа печей: учебное пособие / В.Я. Дзюзер. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1949-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93750>

б) Дополнительная литература:

1. Круглов, Г.А. Теплотехника: учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 208 с. — ISBN 978-

5-8114-1017-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3900>

2. Брюханов, О.Н. Тепломассообмен: Учебник / О.Н. Брюханов, С.Н. Шевченко. - Москва: НИЦ Инфра-М, 2012. - 464 с. (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004803-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/258657>

3. Теплотехника: учебное пособие / В.В. Дырдин, А.А. Мальшин, В.Г. Смирнов, Т.Л. Ким. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 174 с. Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/115115>.

4. Матвеева, Г.Н. Экспериментальное исследование процессов теплообмена: учебное пособие / Г.Н. Матвеева, Ю.И. Тартаковский, Б. К. Сеничкин. - 2-е изд., подгот. по печ. изд. 2008 г. - Магнитогорск : МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=989.pdf&show=dcatalogues/1/119153/989.pdf&view=true>

5. Макаров, А.Н. Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках: учебное пособие / А.Н. Макаров. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1653-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/50681> (дата обращения: 30.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Копцев, В. В. Тепловой расчет коксогазовой вагранки: учебное пособие / В.В. Копцев, А.В. Тихонов; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1407.pdf&show=dcatalogues/1/1123921/1407.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

7. Матвеева, Г.Н. Экспериментальное исследование процессов теплообмена: учебное пособие / Г.Н. Матвеева, Ю.И. Тартаковский, Б.К. Сеничкин. - 2-е изд., подгот. по печ. изд. 2008 г. - Магнитогорск: МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=989.pdf&show=dcatalogues/1/119153/989.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

в) Методические указания:

1. Злоказова, Н.Г., Иванов, Д.А. Лабораторный практикум по дисциплинам «Топливо и ТСУ», «Теория и практика теплогенерации». Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2013, 53 с.

2. Свечникова, Н.Ю. Практикум по технической термодинамике и теплотехнике: практикум / Н.Ю. Свечникова, С.В. Юдина, А.В. Горохов; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3545.pdf&show=dcatalogues/1/1515134/3545.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
Стандартные		
Microsoft Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021

Microsoft Office 2007	№135 от 17.09.2007	Бессрочно
7Zip	Свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	Свободно распространяемое	бессрочно
Дополнительные		
Microsoft Windows 10 Pro	Д-1227 от 8.10.2018	11.10.2021

1. Федеральный институт промышленной собственности : сайт РОСПАТЕНТА / ФИПС. – Москва : ФИПС, 2009 – . – URL: <http://www1.fips.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

2. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) : национальная библиографическая база данных научного цитирования. – Текст: электронный // eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL:

3. https://elibrary.ru/project_risc.asp (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

4. Академия Google (Google Scholar) : поисковая система : сайт. – URL: <https://scholar.google.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

5. Единое окно доступа к информационным ресурсам : электронная библиотека : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ "ИНФОРМИКА". – Москва, 2005. – . – URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

6. East View Information Services : Электронная база периодических изданий / ООО «ИВИС». – URL: <https://dlib.eastview.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

7. Российская Государственная библиотека. Каталоги : сайт / Российская государственная библиотека. – Москва : РГБ, 2003 – . URL: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

8. Электронная библиотека МГТУ им. Г. И. Носова. – URL: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход с внешней сети по логину и паролю). – Текст: электронный.

9. Web of science : Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://webofscience.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

10. Scopus : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://scopus.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

11. Springer Journals : Международная база полнотекстовых журналов : сайт. – URL: <http://link.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

12. SpringerMaterials : Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга : сайт. – URL: <http://materials.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

13. Springer Reference : Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний: сайт. – URL: <http://www.springer.com/references> (дата обращения:

18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

14. Архив научных журналов: сайт / Национальный электронно-информационный кондорциум. – Москва: НЭИКОН, 2013 – . – URL: <https://archive.neicon.ru/xmlui/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

15. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 09.01.2018). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

16. РУКОНТ: национальный цифровой ресурс : межотраслевая электронная библиотека : сайт / консорциум «КОТЕКСТУМ». – Сколково, 2010 – . – URL: <https://rucont.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория топлива и химводоподготовки	Автоматическая насосная станция OASIS; комплекс лабораторных установок по определению характеристик топлива; комплекс лабораторных установок по изучению свойств воды; дизельная электростанция ДХМ-30; лабораторная установка по изучению последовательной и параллельной работы насосов; комплекс лабораторных установок по изучению физических и химических свойств веществ; макет газотурбинной установки; вискозиметр, вытяжной шкаф, флотомашина; печь, центробежный вентилятор; весы электронные, микроскоп.
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мел.
Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.