



Негосударственное частное образовательное
учреждение высшего образования
«Технический университет УГМК»



Директор _____ А. Лапин

15.07.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Физико-химия металлургических процессов и систем

Закреплена за кафедрой	металлургии	
Учебный план	Направление 22.03.02 Металлургия Профиль подготовки "Металлургия цветных металлов"	
Квалификация	бакалавр	
Форма обучения	заочная	
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ	
Часов по учебному плану	108	Виды контроля на курсах:
в том числе:		экзамены 2
аудиторные занятия	14	
самостоятельная работа	85	
часов на контроль	9	

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	2		Итого	
	уп	рп		
Лекции	8	8	8	8
Лабораторные	6	6	6	6
Итого ауд.	14	14	14	14
Контактная работа	14	14	14	14
Сам. работа	85	85	85	85
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	108	108	108	108

Разработчик программы:

канд. хим. наук, доц. кафедры, Семенова Наталья Сергеевна _____

Рабочая программа дисциплины

Физико-химия металлургических процессов и систем

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

составлена на основании учебного плана:

Направление 22.03.02 Металлургия Профиль подготовки "Металлургия цветных металлов"
утвержденного учёным советом вуза от 23.09.2019 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

металлургии

Протокол методического совета университета от 15.04.2021 г. № 3
Зав. кафедрой Лебедь А.Б., д-р техн. наук

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
Выработать у бакалавров способности применять основные закономерности физической химии к анализу металлургических систем и процессов.	
1.1 Задачи	
Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: -готовность использовать фундаментальные общеинженерные знания; -готовность проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач.	
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Физика
2.1.2	Компьютерная графика
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Теоретические основы новых пирометаллургических процессов
2.2.2	Теория гидрометаллургических процессов
2.2.3	Теория электрохимических процессов
2.2.4	Технологическая практика
2.2.5	Государственная итоговая аттестация
2.2.6	Преддипломная практика
2.2.7	Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
2.2.8	Процедура защиты выпускной квалификационной работы
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-1: готовность использовать фундаментальные общеинженерные знания	
Знать:	
Термодинамику и кинетику процессов взаимодействия между веществами, диаграммы состояния различных систем, основы ионной теории жидких шлаков, электрохимической природы взаимодействия жидких шлаков с металлом и штейном, основы равновесного распределения.	
Уметь:	
Проводить термодинамический и кинетический анализ процессов взаимодействия веществ, анализ диаграмм состояния, определять равновесное распределение веществ.	
Владеть:	
Навыками расчета условия равновесия металлургических процессов на основе законов термодинамики и кинетики.	
ПК-9: готовность проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач	
Знать:	
Основные методы расчета при решении инженерных задач.	
Уметь:	
Формулировать инженерные задачи.	
Владеть:	
Навыками расчёта и интерпретации их результатов.	
В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен	
3.1	Знать:
3.1.1	1. Термодинамику и кинетику процессов взаимодействия между веществами, диаграммы состояния различных систем, основы ионной теории жидких шлаков, электрохимической природы взаимодействия жидких шлаков с металлом и штейном, основы равновесного распределения.
3.1.2	2. Основные методы расчета при решении инженерных задач.
3.2	Уметь:
3.2.1	1. Проводить термодинамический и кинетический анализ процессов взаимодействия веществ, анализ диаграмм состояния, определять равновесное распределение веществ.
3.2.2	2. Формулировать инженерные задачи.
3.3	Владеть:
3.3.1	1. Навыками расчета условия равновесия металлургических процессов на основе законов термодинамики и кинетики.
3.3.2	2. Навыками расчёта и интерпретации их результатов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Введение							
1.1	Физикохимия металлургических систем и процессов как теоретическая основа современной пирометаллургии. Цель и задачи курса, его связь со смежными дисциплинами. /Ср/	2	4	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 2. Высокотемпературное окисление металлов. Диссоциация оксидов и карбонатов							
2.1	Термодинамический анализ процессов взаимодействия металлов с кислородом. Упругость диссоциации оксида и ее связь с G° и константой равновесия реакции диссоциации. Зависимость константы равновесия от температуры. Влияние фазовых превращений металла и оксида, взаимной растворимости конденсированных веществ на величину упругости диссоциации. Анализ диаграммы состояния металл - кислород на примере системы медь-кислород и особенности диссоциации оксидов в этой системе. Принцип последовательности превращений при диссоциации оксидов меди. Кинетика окисления твердых металлов. Роль диффузии реагентов через окалину и кристаллохимического превращения на границе металл - оксид. Формально-кинетическое уравнение процесса и его анализ. Кинетический и диффузионный режим реакции. Влияние температуры на скорость окисления. Термодинамический анализ реакции диссоциации карбонатов. Кинетика процесса диссоциации, особенности кристаллохимического превращения. Автокатализ процесса. Влияние измельчения твердых фаз на термодинамические и кинетические характеристики процесса. /Лаб/	2	2	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

2.2	Термодинамический анализ процессов взаимодействия металлов с кислородом. Упругость диссоциации оксида и ее связь с G° и константой равновесия реакции диссоциации. Зависимость константы равновесия от температуры. Влияние фазовых превращений металла и оксида, взаимной растворимости конденсированных веществ на величину упругости диссоциации. Анализ диаграммы состояния металл - кислород на примере системы медь-кислород и особенности диссоциации оксидов в этой системе. Принцип последовательности превращений при диссоциации оксидов меди. Кинетика окисления твердых металлов. Роль диффузии реагентов через окалину и кристаллохимического превращения на границе металл - оксид. Формально-кинетическое уравнение процесса и его анализ. Кинетический и диффузионный режим реакции. Влияние температуры на скорость окисления. Термодинамический анализ реакции диссоциации карбонатов. Кинетика процесса диссоциации, особенности кристаллохимического превращения. Автокатализ процесса. Влияние измельчения твердых фаз на термодинамические и кинетические характеристики процесса. /Ср/	2	19	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 3. Горение газов и углерода							
3.1	Термодинамический анализ реакций горения водорода и оксида углерода, взаимодействия газов-окислителей (O_2 , CO_2) с твердым углеродом. Зависимость равновесного состава газовой фазы от температуры и давления. Кинетика горения газов. Цепной механизм процесса и условия его осуществления. Полуостров воспламенения и влияние различных факторов на его границы. Условия, приводящие к цепному и тепловому взрыву. Графит как основа твердых топлив в металлургии. Строение графита. Тепловые явления в процессе взаимодействия углерода и кислорода. Температура воспламенения и тушения угля. Основы кинетики взаимодействия углерода и кислорода. /Ср/	2	6	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 4. Восстановления металлов из оксидов							

4.1	Термодинамический анализ реакций восстановления металлов из оксидов газообразными восстановителями – водородом и оксидом углерода. Сравнение их восстановительной способности. Восстановление металлов оксидом углерода в присутствии твердого углерода. Расчет температуры начала восстановления оксида металла при заданном общем давлении оксидов углерода. Учет растворимости углерода в металле. Механизм и кинетика восстановления металлов из оксидов газами. Стадийность процесса; стадии, определяющие скорость. Условия реализации кинетического и диффузионного режимов. /Лек/	2	2	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
4.2	Термодинамический анализ реакций восстановления металлов из оксидов газообразными восстановителями – водородом и оксидом углерода. Сравнение их восстановительной способности. Восстановление металлов оксидом углерода в присутствии твердого углерода. Расчет температуры начала восстановления оксида металла при заданном общем давлении оксидов углерода. Учет растворимости углерода в металле. Механизм и кинетика восстановления металлов из оксидов газами. Стадийность процесса; стадии, определяющие скорость. Условия реализации кинетического и диффузионного режимов. /Ср/	2	8	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 5. Строение и свойства металлургических расплавов							

5.1	<p>Анализ строения жидких металлов на основе общих физико-химических представлений о строении жидкостей. Аморфные металлы и сплавы, способы их получения. Роль шлаков в металлургических процессах. Химический и минералогический анализ твердых шлаков и их классификация. Диаграммы состояния важнейших двойных систем на основе оксидов кальция, кремния и алюминия. Экспериментальные основы ионной теории жидких шлаков (рентгеноструктурные исследования, электропроводность жидких шлаков, ЭДС в системе металл - шлак). Полупроводниковые свойства оксидов переходных металлов. Термодинамическая активность компонентов шлакового расплава. Основные положения теории совершенных ионных растворов и причины отклонения от нее. Микронеоднородность шлаков. Структурно-чувствительные свойства шлаков. Вязкость и удельная электропроводность, их зависимость от состава и температуры. Коэффициенты диффузии простых и комплексных ионов. Поверхностные свойства металлических и шлаковых расплавов. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации поверхностно-активных компонентов. Межфазное натяжение на границе металла со шлаком и работа адгезии фаз. Роль поверхностных явлений в процессах кристаллизации металла, растекания расплава по твердой поверхности и удаления неметаллических включений. /Лек/</p>	2	2	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
-----	---	---	---	------------	--------------------------------------	--	---	--

5.2	<p>Анализ строения жидких металлов на основе общих физико-химических представлений о строении жидкостей. Аморфные металлы и сплавы, способы их получения. Роль шлаков в металлургических процессах. Химический и минералогический анализ твердых шлаков и их классификация. Диаграммы состояния важнейших двойных систем на основе оксидов кальция, кремния и алюминия. Экспериментальные основы ионной теории жидких шлаков (рентгеноструктурные исследования, электропроводность жидких шлаков, ЭДС в системе металл - шлак). Полупроводниковые свойства оксидов переходных металлов. Термодинамическая активность компонентов шлакового расплава. Основные положения теории совершенных ионных растворов и причины отклонения от нее. Микронеоднородность шлаков. Структурно-чувствительные свойства шлаков. Вязкость и удельная электропроводность, их зависимость от состава и температуры. Коэффициенты диффузии простых и комплексных ионов. Поверхностные свойства металлических и шлаковых расплавов. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации поверхностно-активных компонентов. Межфазное натяжение на границе металла со шлаком и работа адгезии фаз. Роль поверхностных явлений в процессах кристаллизации металла, растекания расплава по твердой поверхности и удаления неметаллических включений. /Лаб/</p>	2	2	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
-----	---	---	---	------------	--------------------------------------	--	---	--

5.3	<p>Анализ строения жидких металлов на основе общих физико-химических представлений о строении жидкостей. Аморфные металлы и сплавы, способы их получения. Роль шлаков в металлургических процессах. Химический и минералогический анализ твердых шлаков и их классификация. Диаграммы состояния важнейших двойных систем на основе оксидов кальция, кремния и алюминия. Экспериментальные основы ионной теории жидких шлаков (рентгеноструктурные исследования, электропроводность жидких шлаков, ЭДС в системе металл - шлак). Полупроводниковые свойства оксидов переходных металлов. Термодинамическая активность компонентов шлакового расплава. Основные положения теории совершенных ионных растворов и причины отклонения от нее. Микронеоднородность шлаков. Структурно-чувствительные свойства шлаков. Вязкость и удельная электропроводность, их зависимость от состава и температуры. Коэффициенты диффузии простых и комплексных ионов. Поверхностные свойства металлических и шлаковых расплавов. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации поверхностно-активных компонентов. Межфазное натяжение на границе металла со шлаком и работа адгезии фаз. Роль поверхностных явлений в процессах кристаллизации металла, растекания расплава по твердой поверхности и удаления неметаллических включений. /Ср/</p>	2	20	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 6. Основы теории взаимодействия жидкого металла и шлака							

6.1	<p>Электрохимическая природа взаимодействия жидких шлаков с металлом и штейном (качественная картина). Двойной электрический слой на границе фаз. Понятие о сопряженных электродных процессах. Равновесный электродный потенциал и его связь с активностями и концентрациями реагентов. Равновесное распределение кислорода между металлом и шлаком. Факторы, влияющие на окислительную способность шлака. Равновесное распределение серы и фосфора между металлом и шлаком. Факторы, влияющие на коэффициенты распределения. Условия эффективной десульфурации и дефосфорации сплавов. Скорость электродного процесса и плотность тока. Электродная поляризация. Вольтамперная характеристика, режим электродного процесса. Стационарный потенциал неравновесной системы металл-шлак. Определение лимитирующих стадий и скоростей окислительно-восстановительных реакций с использованием вольтамперных характеристик электродных процессов. /Лек/</p>	2	2	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
6.2	<p>Электрохимическая природа взаимодействия жидких шлаков с металлом и штейном (качественная картина). Двойной электрический слой на границе фаз. Понятие о сопряженных электродных процессах. Равновесный электродный потенциал и его связь с активностями и концентрациями реагентов. Равновесное распределение кислорода между металлом и шлаком. Факторы, влияющие на окислительную способность шлака. Равновесное распределение серы и фосфора между металлом и шлаком. Факторы, влияющие на коэффициенты распределения. Условия эффективной десульфурации и дефосфорации сплавов. Скорость электродного процесса и плотность тока. Электродная поляризация. Вольтамперная характеристика, режим электродного процесса. Стационарный потенциал неравновесной системы металл-шлак. Определение лимитирующих стадий и скоростей окислительно-восстановительных реакций с использованием вольтамперных характеристик электродных процессов. /Лаб/</p>	2	2	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

6.3	<p>Электрохимическая природа взаимодействия жидких шлаков с металлом и штейном (качественная картина). Двойной электрический слой на границе фаз. Понятие о сопряженных электродных процессах. Равновесный электродный потенциал и его связь с активностями и концентрациями реагентов. Равновесное распределение кислорода между металлом и шлаком. Факторы, влияющие на окислительную способность шлака. Равновесное распределение серы и фосфора между металлом и шлаком. Факторы, влияющие на коэффициенты распределения. Условия эффективной десульфурации и дефосфорации сплавов. Скорость электродного процесса и плотность тока. Электродная поляризация. Вольтамперная характеристика, режим электродного процесса. Стационарный потенциал неравновесной системы металл-шлак. Определение лимитирующих стадий и скоростей окислительно-восстановительных реакций с использованием вольтамперных характеристик электродных процессов. /Ср/</p>	2	16	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 7. Раскисление металла, образование и удаление неметаллических включений							
7.1	<p>Общая характеристика процессов раскисления. Способы раскисления. Раскислительная способность элементов. Зарождение неметаллических включений. Появление зародышей в гомогенной системе и на готовых поверхностях. Укрупнение включений. Термодинамическое рассмотрение процесса. Кинетика образования новой фазы. Укрупнение включений и их удаление из металла. Кинетика коагуляции. Скорость всплывание включений в жидком металле. Переход включений из металла в шлак. /Лек/</p>	2	2	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
7.2	<p>Общая характеристика процессов раскисления. Способы раскисления. Раскислительная способность элементов. Зарождение неметаллических включений. Появление зародышей в гомогенной системе и на готовых поверхностях. Укрупнение включений. Термодинамическое рассмотрение процесса. Кинетика образования новой фазы. Укрупнение включений и их удаление из металла. Кинетика коагуляции. Скорость всплывание включений в жидком металле. Переход включений из металла в шлак. /Ср/</p>	2	8	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
Раздел 8. Заключение								
8.1	Роль физико-химического анализа металлургических процессов в совершенствовании существующих и разработке новых технологий получения металлов и сплавов. /Ср/	2	4	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
4.1 Образовательные технологии								
Командная работа								
Лекция-диалог								
5. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ								
5.1. Комплект оценочных средств								
Комплект оценочных средств по дисциплине, состоящий из материалов для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации обучающихся, включая порядок проведения промежуточной аттестации, систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок представлен в КОС дисциплины.								
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)								
6.1. Рекомендуемая литература								
6.1.1. Основная литература								
	Авторы, составители	Заглавие		Издательство, год	Эл.адрес			
Л1.1	Бигеев В. А., Вдовин К. Н., Колокольцев В. М., Салганик В. М.	Основы металлургического производства		Санкт-Петербург: Лань, 2017	https://e.lanbook.com/book/90165			
Л1.2	Романенко Е. С., Францева Н. Н.	Физическая химия: учебное пособие		Ставрополь: АГРУС, 2012	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277422			
6.1.2. Дополнительная литература								
	Авторы, составители	Заглавие		Издательство, год	Эл.адрес			
Л2.1	Макаров А. Н.	Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках		Санкт-Петербург: Лань, 2014	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50681			
Л2.2	Булидорова Г. В., Галяметдинов Ю. Г., Ярошевская Х. М., Барабанов В. П.	Физическая химия: учебное пособие		Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258360			
Л2.3	Макаров А. Г., Сагида М. О., Раздобреев Д. А.	Теоретические и практические основы физической химии: учебное пособие		Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2015	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364840			
6.3.1 Перечень программного обеспечения								
6.3.1.1	Microsoft Windows							
6.3.1.2	Microsoft Office (Access, Excel, Word, OneNote, Outlook, PowerPoint, Publisher, Skype for business)							
6.3.1.3	Google Chrome							
6.3.1.4	7-Zip							
6.3.1.5	Mozilla Firefox							
6.3.2 Перечень информационных справочных систем								
6.3.2.1	Единое окно доступа к информационным ресурсам							
6.3.2.2	Консультант-плюс							
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)								
Ауд. №	Назначение			Оснащение				

225	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места (столы и стулья). Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба. Компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивный проектор с магнитно-маркерной доской. Моторизованный экран с потолочным проектором. Потолочная камера. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система.
228	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места (столы и стулья). Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба. Компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивная LCD-панель. Моторизованный экран с потолочным проектором. Потолочная камера. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система.
300	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места, оборудованные блочной мебелью с расположением амфитеатром. Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба, трибунка, компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивная доска с проектором. Моторизованный экран Потолочные поворотные камеры. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система. Маркерная доска.
Л406	Лаборатория гидрометаллургии - проведение лабораторных работ по Химии, химии металлов, для всех направлений подготовки в ТУ УГМК в соответствии с ФГОС ВО. А также по профильным дисциплинам учебного плана подготовки бакалавров и магистров кафедры Металлургия.	Насосы вакуумные, термостаты, шкаф сушильный, лабораторные весы электронные и механические, стол для лабораторных весов, анализатор дифракционный, шкафы лабораторные, мельница бисерная лабораторная, мешалки лабораторные, столы -мойки лабораторные, насосы перистальтические, экстрактор, установка электролизная лабораторная, шейкер лабораторный, мельница аналитическая, анализатор влаги, реактор из стекла борсиликат.1 куб.дм, реактор из стекла борсиликат. 3 куб.дм, баня лабораторная, устройство сушки лабораторной посуды, мультиметр, аспиратор сильфонный, прибор рН-метр, компрессор, прибор рН-метр, иономер, прибор электролиза растворов солей, штативы для пробирок, калориметр с нагревателем, термометры, плитка лабораторная, регулятор напряжения, блок питания, холодильник лабораторный, ареометры, набор сит, аквадистиллятор, мельница зерновая лабораторная.

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

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Изучение рабочей программы дисциплины.
2. Посещение и конспектирование лекций.
3. Обязательная подготовка к практическим занятиям.
4. Изучение основной и дополнительной литературы, интернет-источников.
5. Выполнение всех видов самостоятельной работы.

Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы. Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети "Интернет" организован в читальном зале библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины физико-химия металлургических процессов и систем и представлены в УМК дисциплины.

Лабораторный практикум направлен на углубленное изучение теоретического материала и на приобретение умения, навыков и опыта проведения эксперимента, анализа и обработки его результатов.

С целью оценки уровня освоения материала по каждой лабораторной работе составляется отчет, на основании которого проводится защита лабораторной работы.

Задания и методические указания к выполнению практических занятий составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины физико-химия металлургических процессов и систем и представлены в УМК дисциплины.

Практические занятия включают в себя освоение действий, обсуждение проблем по основным разделам курса и направлены на углубление изученного теоретического материала и на приобретение умений и навыков.

При подготовке к практическим занятиям используются методические указания, в которых описаны содержание и методы их проведения, условия выполнения, сформулированы вопросы к результатам выполнения заданий.

Методические рекомендации к организации и выполнению самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины физико-химия металлургических процессов и систем и представлены в УМК дисциплины.

Самостоятельная работа студентов включает освоение теоретического материала, подготовку к выполнению заданий практических занятий, и подготовку к экзамену.

Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости программа дисциплины может быть адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и необходимых специальных условий их обучения.

При наличии в группе студентов с ограниченными возможностями здоровья возможно использовать адаптивные технологии.

Для студентов с ограниченным слухом:

- использование разнообразных дидактических материалов (карточки, рисунки, письменное описание, схемы и т.п.) как помощь для понимания и решения поставленной задачи;
- использование видеоматериалов, которые дают возможность понять тему занятия и осуществить коммуникативные действия;
- выполнение проектных заданий по изучаемым темам.

Для студентов с ограниченным зрением:

- использование фильмов с возможностью восприятия на слух даваемой в них информации для последующего ее обсуждения;
- использование аудиоматериалов по изучаемым темам, имеющимся на кафедре;
- индивидуальное общение с преподавателем по изучаемому материалу;
- творческие задания по изучаемым темам или по личному желанию с учетом интересов обучаемого.