



Негосударственное частное образовательное
учреждение высшего образования
«Технический университет УГМК»



20.10.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ФИЗИКО-
ХИМИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ
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 | очная | |
| Общая трудоемкость | 3 ЗЕТ | |
| Часов по учебному плану | 108 | Виды контроля в семестрах: экзамены 4 |
| в том числе: | | |
| аудиторные занятия | 42 | |
| самостоятельная работа | 48 | |
| часов на контроль | 18 | |

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 4 (2.2) | | Итого | |
|---|---------|-----|-------|-----|
| | 13 5/6 | | | |
| Неделя | | | | |
| Вид занятий | уп | рп | уп | рп |
| Лекции | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Лабораторные | 28 | 28 | 28 | 28 |
| Итого ауд. | 42 | 42 | 42 | 42 |
| Контактная работа | 42 | 42 | 42 | 42 |
| Сам. работа | 48 | 48 | 48 | 48 |
| Часы на контроль | 18 | 18 | 18 | 18 |
| 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 - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

составлена на основании учебного плана:

Направление 22.03.02 Металлургия Профиль подготовки "Металлургия цветных металлов"
утвержденного учёным советом вуза от 20.10.2021 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

металлургии

Протокол методического совета университета от 18.10.2021 г. № 6

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.О.09 |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: |
| 2.1.1 | Основы безопасности металлургических технологий |
| 2.1.2 | Основы формирования мировоззрения в профессиональной деятельности |
| 2.1.3 | Физика |
| 2.1.4 | Физическая химия |
| 2.1.5 | Философия |
| 2.1.6 | Экологические проблемы металлургического производства |
| 2.1.7 | Экология |
| 2.1.8 | Экономическая теория |
| 2.1.9 | Всеобщая история |
| 2.1.10 | Информатика |
| 2.1.11 | История России |
| 2.1.12 | Компьютерная графика |
| 2.1.13 | Ознакомительная практика |
| 2.1.14 | Основы кристаллографии и минералогии |
| 2.1.15 | Русский язык и культура речи |
| 2.1.16 | Учебная практика |
| 2.1.17 | Химия металлов |
| 2.1.18 | Безопасность жизнедеятельности |
| 2.1.19 | Введение в специальность |
| 2.1.20 | Химия |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: |
| 2.2.1 | Материаловедение |
| 2.2.2 | Металловедение |
| 2.2.3 | Металлургия благородных и редких металлов |
| 2.2.4 | Металлургия тяжелых цветных металлов |
| 2.2.5 | Обогащение полезных ископаемых |
| 2.2.6 | Основы технологии получения и обработки металлов |
| 2.2.7 | Теплотехника |
| 2.2.8 | Информационное обеспечение металлургического производства |
| 2.2.9 | Оборудование гидрометаллургических заводов |
| 2.2.10 | Оборудование пирометаллургических заводов |
| 2.2.11 | Основы проектирования металлургических предприятий |
| 2.2.12 | Проектирование и логистика технологических процессов |
| 2.2.13 | Теоретические основы новых пирометаллургических процессов |
| 2.2.14 | Теория гидрометаллургических процессов |
| 2.2.15 | Теория металлургических процессов |
| 2.2.16 | Теория эксперимента |
| 2.2.17 | Теория электрохимических процессов |
| 2.2.18 | Физическая культура и спорт |
| 2.2.19 | Автоматизация металлургических процессов |
| 2.2.20 | Информационные технологии в металлургии |

| | |
|--|---|
| 2.2.21 | Литейное производство |
| 2.2.22 | Металлургия золота и серебра |
| 2.2.23 | Металлургия легких и тугоплавких металлов |
| 2.2.24 | Металлургия меди и сопутствующих элементов |
| 2.2.25 | Металлургия черных металлов |
| 2.2.26 | Моделирование процессов и объектов в металлургии |
| 2.2.27 | Обработка металлов давлением |
| 2.2.28 | Современные технологии получения цветных металлов и сопутствующих элементов |
| 2.2.29 | Термообработка |
| 2.2.30 | Государственная итоговая аттестация |
| 2.2.31 | Защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.32 | Металлургия свинца и сопутствующих элементов |
| 2.2.33 | Металлургия цинка и сопутствующих элементов |
| 2.2.34 | Основы проектирования и строительное дело |
| 2.2.35 | Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы |
| 2.2.36 | Преддипломная практика |
| 2.2.37 | Экономика и управление на предприятии |
| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) | |
| ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания | |
| ИОПК-1.1: Знает: физико-химические основы и методы математического моделирования металлургических процессов получения цветных металлов | |
| ИОПК-1.2: Умеет: выявлять причины несоответствия параметров технологического процесса, прогнозировать поведение процесса на основе математических моделей | |
| ИОПК-1.3: Владеет: навыками математического анализа и моделирования | |
| ОПК-2: Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений | |
| ИОПК-2.2: Умеет: проектировать отдельные структурные компоненты новой технологии, объекта, системы | |
| ИОПК-2.1: Знает: основы проектирования технических объектов, систем и технологических процессов; основы экономических, экологических и социальных особенностей металлургического производства | |
| ИОПК-2.3: Владеет: навыками проектной деятельности | |
| ОПК-4: Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные | |
| ИОПК-4.2: Умеет: использовать современные средства измерения, математический аппарат для обработки и анализа экспериментальных данных | |
| ИОПК-4.3: Владеет: навыками проведения измерений и их обработки | |
| ИОПК-4.1: Знает: основы метрологии, методы обработки экспериментальных данных | |
| ОПК-5: Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств | |
| ИОПК-5.3: Владеет: навыками анализа результатов выполнения научно-технических задач в профессиональной деятельности | |
| ИОПК-5.1: Знает: основы современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств | |
| ИОПК-5.2: Умеет: применять информационные технологии и программное обеспечение для решения научно-исследовательских задач в области получения цветных металлов | |
| ОПК-6: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии | |
| ИОПК-6.1: Знает: основы технологических процессов получения цветных металлов | |
| ИОПК-6.3: Владеет: навыками выбора эффективных и безопасных технических средств и технологий | |
| ИОПК-6.2: Умеет: анализировать информацию о технологическом процессе по результатам мониторинга и принимать обоснованные решения | |
| ОПК-7: Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами металлургической отрасли | |

| |
|---|
| ИОПК-7.1: Знает: основы составления и использования нормативных документов металлургической отрасли |
| ИОПК-7.2: Умеет: анализировать, техническую документацию технологи-ческого процесса и принимать обоснованные решения |
| ИОПК-7.3: Владеет: навыками составления и применения технической документации получения цветных металлов |
| УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач |
| ИУК-1.1: Находит и анализирует имеющуюся информацию для решения поставленных задач |
| ИУК-1.3: Анализирует предлагаемое решение с учетом его достоинств и недостатков |
| ИУК-1.2: Предлагает пути решения задачи на основе системного подхода |
| УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений |
| ИУК-2.1: Определяет сроки, ресурсы, исполнителей для решения задачи |
| ИУК-2.3: Проводит технико – экономическое обоснование, анализирует адекватность принимаемых решений с учетом действующих правовых норм |
| ИУК-2.2: Определяет оптимальные способы решения задач |
| УК-4: Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) |
| ИУК-4.1: Выбирает коммуникативные технологии общения на государственном и иностранном языках |
| ИУК-4.3: Выполняет перевод профессиональных текстов с иностранного (-ых) на государственный язык и обратно |
| ИУК-4.2: Осуществляет деловую переписку на государственном и иностранном языках |
| УК-9: Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах |
| ИУК-9.1: Применяет базовые дефектологические знания во всех сферах деятельности |
| ИУК-9.3: Совершенствует дефектологические знания |
| ИУК-9.2: Выбирает методы и приемы оценки профессиональной среды |

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 | Компетен-ции | 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. /Лек/ | 4 | 1 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3 | | 0 | |
| 1.2 | Физикохимия металлургических систем и процессов как теоретическая основа современной пирометаллургии. Цель и задачи курса, его связь со смежными дисциплинами. /Ср/ | 4 | 2 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | 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 | <p>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. /Лек/</p> | 4 | 2 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3 | | 0 | |
| 2.2 | <p>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/</p> | 4 | 10 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3 | | 0 | |

| | | | | | | | | |
|--------------------|---|-----------------------|--------------|--|--------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| 2.3 | 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/ | 4 | 11 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | 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. /Лек/ | 4 | 2 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3 | | 0 | |

| | | | | | | | | |
|--------------------|--|-----------------------|--------------|--|--------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| 3.2 | 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/ | 4 | 3 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | 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/ | 4 | 2 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | 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/ | 4 | 3 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | 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> | 4 | 2 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | 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> | 4 | 10 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | 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> | 4 | 14 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | 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> | 4 | 2 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | 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> | 4 | 8 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | 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> | 4 | 9 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | 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> | 4 | 2 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3 | | 0 | |

| | | | | | | | | |
|--------------------|---|-----------------------|--------------|--|--------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| 7.2 | 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/ | 4 | 3 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | 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. /Лек/ | 4 | 1 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3 | | 0 | |

| | | | | | | | |
|-----|--|---|---|--|--------------------------------------|---|--|
| 8.2 | Роль физико-химического анализа металлургических процессов в совершенствовании существующих и разработке новых технологий получения металлов и сплавов. /Ср/ | 4 | 3 | ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 | Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3 | 0 | |
|-----|--|---|---|--|--------------------------------------|---|--|

4.1 Образовательные технологии**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 |

| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Эл.адрес |
|------|---|---|---|---|
| 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 | Mozilla Firefox |
| 6.3.1.5 | 7-Zip |

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

| | |
|---------|---|
| 6.3.2.1 | Консультант-плюс |
| 6.3.2.2 | Единое окно доступа к информационным ресурсам |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Ауд. № | Назначение | Оснащение |
|--------|--|--|
| 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, трибуна, 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. |
| 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. |

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.

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.