



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ***

Направление подготовки (специальность)
18.03.01 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Направленность (профиль/специализация) программы
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Уровень высшего образования - бакалавриат
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения
очная

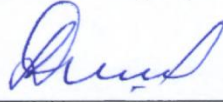
Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 11.08.2016 г. № 1005)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий

18.02.2020, протокол № 6


Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

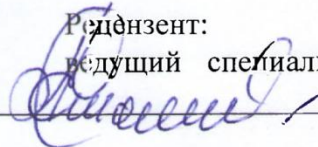
20.03.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры МиХТ, д-р физ.-мат. наук  А.Н. Смирнов

Рецензент:

ведущий специалист НТЦ ГАДП ПАО «ММК» МиХТ, канд. техн. наук
 Е.Н. Степанов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

являются:

- изучение современных методов исследования структуры и физико - химических свойств металлических и оксидных расплавов;
- изучение процессов фазовых превращений в металлических системах;

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Физико-химические основы металлургических процессов входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

химии, физики, математики, информатики, физической химии.

Знания (умения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения последующих дисциплин: химические реакторы, химическая технология топлива и углеродных материалов, теоретические основы химической технологии топлива и углеродных материалов, техническая термодинамика и теплотехника, извлечение и переработка химических продуктов коксования.

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физико-химические основы металлургических процессов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	
Знать	- базовую терминологию, основные понятия и законы, их математическое выражение; - классификации и сущность методов анализа; теоретические основы и принципы термодинамических методов анализа; основные законы термодинамики металлургических процессов; - методы исследования и условия проведения экспериментов и анализов; основные экспериментальные и расчетные методы определения термодинамических характеристик.
Уметь	- самостоятельно формулировать задачу физико-химического исследования в химических системах; пользуясь полученными знаниями, уметь выбирать оптимальные пути и методы решения поставленных задач; - проводить физико-химические исследования систем и процессов с использованием современных методов и приборов; проводить физико-химические расчеты; - проводить физико-химические исследования систем и процессов с использованием современных методов и приборов; проводить физико-химические расчеты.

Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - практическим применением важнейших современных теоретических, термодинамических методов; навыками ведения поиска необходимых знаний по литературным и другим источникам; - методами экспериментального исследования; определения состава систем, методами предсказания протекания возможных химических реакций; - методиками расчетов кинетики процессов в металлургических системах; приемами оценки результатов эксперимента; навыками самостоятельной работы
<p>ПК-16 способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основные положения общей химии; основные законы физической химии, а также способы их применения для решения теоретических и прикладных задач; - теоретические основы химических и физико-химических процессов, лежащих в основе металлургического производства; - основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики; влияние основных законов термодинамики и химической кинетики на процессы в металлургии.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - использовать основные химические законы и понятия, термодинамические справочные данные; применять методы математического анализа и моделирования; - уметь сочетать теорию и практику для решения инженерных задач; проводить термодинамические расчеты металлургических процессов, на основе практических данных; - графически отображать полученные зависимости; анализировать и обсуждать результаты физико-химических исследований; вести научную дискуссию по вопросам физическо- химическим основам металлургических процессов, проводить математическую интерпретацию полученных результатов и определять наиболее значимые факторы.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема, констант равновесия химических реакций при заданной температуре; - применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач, проводить статистический анализ полученных экспериментальных данных; - методами прогнозирования результатов воздействия на технологические процессы в металлургии; выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения.

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 57,2 академических часов;
- аудиторная – 54 академических часов;
- внеаудиторная – 3,2 академических часов
- самостоятельная работа – 51,1 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 1. Термодинамика и кинетика реакций горения в газовой фазе, гетерогенные реакции 1.1. Анализ равновесия реакций горения водорода и монооксида углерода, Кислородный потенциал газовой фазы. Реакция водяного газа. 1.2. Кинетика и механизм реакций горения. Термодинамика реакций горения углерода	5	4		4	6	Выполнение индивидуального домашнего задания №1 Разработка алгоритма выполнения решения задачи Выполнение индивидуального домашнего задания №1 Разработка алгоритма выполнения решения задачи Выполнение индивидуального домашнего задания №1	Проверка и защита индивидуального задания № 1. Решение задач Проверка и защита индивидуального задания № 1 Проверка и защита индивидуального задания № 1. Решение задач	ОПК-1, ПК-16
1.2 2. Термодинамический анализ процессов термической диссоциации химических соединений 2.1. Диссоциация карбонатов и окислов 2.2. Кинетика, механизм процесса диссоциации карбонатов		2	6/2И	4	11	Подготовка к лабораторной работе №1 Подготовка к лабораторной работе №2 и отчета по лабораторной работе №1 Разработка алгоритма выполнения решения задачи Подготовка отчета по лабораторной работе №2	Выполнение и обсуждение данных лабораторной работы № 1 Защита лабораторной работы №1. Решение задач Защита лабораторной работы № 2	ОПК-1, ПК-16

1.3 3. Механизм и основные кинетические закономерности процессов окисления металлов 3.1. Общая характеристика восстановительно-окислительных реакций. Механизм и кинетика восстановления оксидов 3.2. Термодинамика восстановления металлов газами 3.3. Восстановление оксидов металла водородом и оксидом углерода 3.4 Карбо - металлотермическое восстановление оксидов	4	6/4И	6	14	Подготовка к лабораторной работе №3 Разработка алгоритма выполнения решения задачи Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Подготовка отчета по лабораторной работе №3 Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Выполнение и обсуждение данных лабораторной работы № 3. Решение задач Проверка и обсуждение результатов лабораторной работы №3 и выводов по работе. Собеседование. Защита лабораторной работы № 3 Собеседование.	ОПК-1, ПК-16
1.4 4. Металлургические расплавы 4.1 Активность компонентов в растворах. 4.2.Металлургические шлаки. Теории (модели) металлургических расплавов 4.3. Сущность окислительного рафинирования железных сплавов	4	6/6И	3	12	Выполнение индивидуального домашнего задания №2 Разработка алгоритма выполнения решения задачи Подготовка к лабораторной работе №4 Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Собеседование по содержанию и выполнению индивидуального домашнего задания №2. Решение задач Выполнение и обсуждение данных лабораторной работы № 4 Защита лабораторной работы № 4	ОПК-1, ПК-16
1.5 5. Процессы дефосфорации, десульфурации в железных сплавах. Раскисление металлов. Поверхностные явления в металлургических 5.1 Процессы дефосфорации, десульфурации в железных сплавах 5.2 Раскисление металлов 5.3 Поверхностно активные вещества	4		1	8,1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Разработка алгоритма выполнения решения задачи Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка и защита индивидуального задания № 2. Решение задач Собеседование по теме растворимость газов в металле Собеседование по теме способы рафинирования металла от неметаллических включений. Решение задач Собеседование по теме поверхностное натяжение шлаков и железных	ОПК-1, ПК-16
Итого по разделу	18	18/12И	18	51,1			
Итого за семестр	18	18/12И	18	51,1		экзамен	
Итого по дисциплине	18	18/12И	18	51,1		экзамен	ОПК-1, ПК-16

5 Образовательные технологии

Цели, поставленные при изучении курса, достигаются за счет комплексного подхода к обучению студентов, основанного на сочетании теоретического курса, лабораторных занятий и самостоятельной познавательной деятельности студентов. Изучение теоретического курса проводится в специализированных лекционных аудиториях с использованием видеотехники, позволяющей транслировать через монитор рисунки, схемы, модели, которые в значительной степени облегчают понимание курса.

Занятия проводятся с применением традиционной и модульно-компетентностной технологий с использованием Интернет-ресурсов.

Лекции проходят как в традиционной форме, в виде презентаций, так и в форме лекций-информаций, ориентированных на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению и запоминанию, лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия.

Лекционный материал закрепляется в ходе практических занятий и лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. На практических и лабораторных занятиях студенты приобретают навыки исследовательской деятельности и умения объяснять результаты эксперимента, основываясь на знаниях теоретической части курса. При проведении лабораторных занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением, а также технология модульного обучения и коллективного взаимообучения (парная работа трех видов: статическая пара, динамическая пара, вариационная пара).

Индивидуальная самостоятельная познавательная деятельность студентов заключается в подборе литературы по разделам курса и ее изучении. При этом предусмотрены индивидуальные и групповые консультации по изучаемым разделам курса. В результате изучения данной дисциплины студенты должны приобрести знания, умения и определенный опыт, необходимые для будущей практической деятельности. Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе выполнения индивидуальных заданий, в процессе подготовки к контрольным работам и итоговой аттестации. Самостоятельная работа студентов направлена на закрепление теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к выполнению и защите лабораторных работ, подготовку к контрольной работе и итоговой аттестации.

В ходе занятий предполагается использование комплекса инновационных методов интерактивного обучения студентов, включающего в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении учебных проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем студентами под контролем преподавателя.
- проблемное обучение – стимулирование студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.
- контекстное обучение – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.
- обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности студентов за счет ассоциации их собственного опыта с предметом изучения.
- индивидуальное обучение – выстраивание студентами собственных

образовательных траекторий на основе формирования индивидуальных учебных планов и программ с учетом интересов и предпочтений студентов.

- междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте конкретной решаемой задачи.

- опережающая самостоятельная работа – изучение студентами нового материала до его изложения преподавателем на лекции и других аудиторных занятиях.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Термодинамика, кинетика и расчеты металлургических процессов / С.Н. Падерин, Д.И. Рыжонков, Г.В. Серов [и др.]. — Москва : МИСИС, 2010. — 235 с. — ISBN 978-5-87623-312-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117022> (дата обращения: 13.03.2020). — Режим досту-па: для авториз. пользователей.

2. Михайлов, Г. Г. Термодинамика металлургических шлаков : учебное пособие / Г. Г. Михайлов, В. И. Антоненко. — Москва : МИСИС, 2013. — 173 с. — ISBN 978-5-87623-729-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/47475> (дата обращения: 25.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90165> (дата обращения: 19.12.2019). — Режим дос-тупа: для авториз. пользователей.

2. Лузгин, В.П. Теория и технология металлургии стали : учебное пособие / В.П. Лузгин, А.Е. Семин, О.А. Комолова. — Москва : МИСИС, 2010. — 72 с. — ISBN 978-5-87623-346-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2062> (дата обращения: 19.12.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Лабораторный практикум по физической химии : учебно-методическое пособие / А. Н. Смирнов, Н. Ю. Свечник, С. В. Юдина, Э. В. Дюльдина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3177.pdf&show=dcatalogues/1/136592/3177.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения дос-тупны также на CD-ROM.

2. Смирнов, А. Н. Определение активности компонентов металлургических расплавов : методические указания / А. Н. Смирнов, М. А.

Шерстобитов, С. В. Юдина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. эк-рана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1244.pdf&show=dcatalogues/1/1123422/1244.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Смирнов, А. Н. Определение свойств глинистого сырья : практикум / А. Н. Смирнов, Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. эк-рана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3819.pdf&show=dcatalogues/1/1530255/3819.pdf&view=true> (дата обращения: 22.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации)

Учебная аудитория для проведения практических занятий (Персональные компьютеры с пакетом MS Office, вы-ходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета)

Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Доска, учебные столы, стулья)

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (стеллажи для хранения оборудования, методическая литература для учебных занятий)

Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся (самостоятельное изучение)

1. Классификация металлургических процессов. Основные законы термодинамики. Энергия Гиббса и химический потенциал. Константа химического равновесия и уравнение изотермы реакции. Стандартное изменение энергии Гиббса. Смещение равновесия и правило фаз.

2. Горение оксида углерода. Горение водорода. Реакция водяного газа. Реакция взаимодействия углерода с CO_2 . Реакции неполного и полного горения углерода. Равновесный состав газа. Воспламенение газовых смесей. Цепные реакции. Кинетика и механизм горения твердого углерода. Основы кинетики гетерогенных процессов. Характеристика диффузионных процессов. Особенности процессов в кинетической и диффузионной областях.

3. Кинетика окисления 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. Окислительное рафинирование жидких металлов. Последовательность окисления примесей. Термодинамический анализ реакции диссоциации карбонатов. Кинетика процесса диссоциации, особенности кристаллохимического превращения. Автокатализ процесса. Влияние измельчения твердых фаз на термодинамические и кинетические характеристики процесса.

4. Строение и свойства металлургических расплавов. Физико-химический анализ шлаков. Двойные диаграммы состояния шлаковых систем. Диаграмма состояния системы $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$. Расплавленные шлаки. Молекулярная теория. Вязкость шлаков.

Сера в чугунах и сталях. Процессы десульфурации железных сплавов. Газы (водород и азот) в железных сплавах. Растворимость газов. Кислород в железных сплавах. Неметаллические включения в сталях и технологические способы рафинирования металла от неметаллических включений. Поверхностные явления в металлургических процессах. Поверхностное натяжение шлаков и железных сплавов. Поверхностно-активные вещества.

Лабораторные работы:

Лабораторная работа № 1: Термодинамический анализ реакции диссоциации карбоната кальция;

Лабораторная работа № 2: Гравиметрическое исследование кинетики диссоциации карбоната кальция;

Лабораторная работа № 3: Гравиметрическое исследование макрокинетики окисления железа;

Лабораторная работа № 4: Определение электропроводности шлакового расплава.

Формулировка индивидуального задания №1

1. Для реакции водяного газа $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ определить возможное направление реакции и равновесный состав газа при температурах: 700, 800, 900 и 1000° С, если исходная газовая смесь содержит 23% CO и 27% H₂O, 20% CO₂ и 30% H₂.
2. Определить равновесный состав газа в реакции Бела-Будуара $\text{C}_{\text{тв}} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$

Формулировка индивидуального задания №2

Задача 1

Определить активность оксида железа FeO в поликомпонентном шлаке (таб. 1).

Таблица 1

Состав шлакового расплава мас. %

Вариант	CaO	MgO	MnO	FeO	SiO ₂	P ₂ O ₅
1	40,0	5,0	3,0	25,0	25,0	2,0

Задача 2

Определить активность компонентов в сплавах на основе железа (табл. 2,3).

Таблица 2

Химический состав железных сплавов (масс.%)

Вариант	C	Si	Mn	Cr	S	P	O
2	0,08	0,30	0,40	0,15	0,045	0,035	0,047

Параметры взаимодействия ε_i^j компонентов сплавов на основе железа

при 1600 °С

Элемент i	Элемент J						
	C	Si	Mn	Cr	S	P	O
C	0,14	0,08	-0,012	-0,024	0,046	0,051	-0,34
Si	0,18	0,11	0,002	-0,0003	0,056	0,11	-0,23
Mn	-0,07	0	0	0	-0,048	-0,0035	-0,083
Cr	-0,12	-0,0043	0	-0,0003	-0,020	-0,053	-0,014
S	0,11	0,063	-0,026	-0,011	-0,028	0,29	-0,27
P	0,13	0,12	0	-0,03	0,028	0,062	0,13
O	-0,45	-0,131	-0,021	-0,04	-0,133	0,07	-0,20

Приложение 2

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - базовую терминологию, основные понятия и законы, их математическое выражение; - классификации и сущность методов анализа; теоретические основы и принципы 	<p>Список вопросов для проведения экзамена по дисциплине «Физико-химические основы металлургических процессов»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В каких технологических процессах происходит термическая диссоциация CaCO_3? 2. Дайте определение термину «упругость диссоциации карбоната». 3. В чем заключается отличие констант равновесия K_a и K_p? 4. В каком случае значения K_p и упругости диссоциации CaCO_3

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>термодинамических методов анализа; основные законы термодинамики металлургических процессов;</p> <p>- методы исследования и условия проведения экспериментов и анализов; основные экспериментальные и расчетные методы определения термодинамических характеристик.</p>	<p>численно совпадают?</p> <p>5. С какой целью перед опытом вакуумируют рабочую установку?</p> <p>6. Термодинамика образования и диссоциация карбонатов; температуры начала.</p> <p>7. Термодинамика горения твердого топлива</p> <p>8. Как влияет степень дисперсности карбоната и извести на упругость диссоциации CaCO_3.</p> <p>9. Какие реакции называют топохимическими?</p> <p>10. Какие металлургические процессы являются топохимическими реакциями?</p> <p>11. Какие химические реакции протекают по автокаталитическому механизму? Что является катализатором таких процессов?</p> <p>12. Что такое кристаллическая решетка, и какие характеристики кристаллической решетки Вы знаете?</p> <p>13. Распределение компонентов между металлом и шлаком; константа и коэффициент распределения</p> <p>14. Объясните изменение скорости топохимических процессов на примере выполненной работы.</p> <p>15. Каков механизм диссоциации карбоната кальция?</p> <p>16. Расскажите о методике определения скорости диссоциации карбоната кальция, примененной в данном опыте.</p> <p>17. В чем заключаются различия гомогенных и гетерогенных реакций?</p> <p>18. Из каких стадий складываются гетерогенные реакции?</p> <p>19. Что называют режимом гетерогенной реакции?</p> <p>20. Каковы особенности протекания реакций в различных режимах реагирования?</p> <p>21. Как изменяется толщина пленки окалины при окислении металлов в различных режимах реагирования?</p> <p>22. В чем сущность гравиметрического метода исследования окисления металлов?</p> <p>23. Какова структура железной окалины и от каких факторов она зависит?</p> <p>24. Что такое вюстит и какова его роль в окислении железных сплавов?</p> <p>25. Сформулируйте принцип жаростойкости железных сплавов.</p> <p>26. Дайте определения константы скорости реакции и коэффициента диффузии.</p> <p>27. В чем заключается реакционная диффузия и как она проявляется при окислении железа?</p> <p>28. Каковы основные компоненты металлургических шлаков?</p> <p>29. Как определяют удельную электрическую проводимость расплавов?</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>30. Что такое энергия активации электропереноса, и как она может быть определена?</p> <p>31. Каковы экспериментальные доказательства ионного строения шлаков?</p> <p>32. Дайте определение понятия "динамическая вязкость" расплава.</p> <p>33. Дайте определение понятия "кинематическая вязкость" расплава.</p> <p>34. Из каких частиц состоят металлургические шлаки?</p> <p>35. Какие частицы контролируют вязкое течение в шлаках?</p> <p>36. Как определяют вязкость шлаковых и металлических расплавов?</p> <p>37. Что такое энергия активации вязкого течения, и как она может быть определена?</p> <p>38. Что может быть причиной криволинейного характера изменения вязкости с температурой в координатах $\ln \eta - 1/T$?</p> <p>39. Каковы основные компоненты металлургических шлаков?</p> <p>40. Каковы экспериментальные доказательства ионного строения шлаков?</p> <p>41. Дайте определение понятия "удельная электрическая электропроводность".</p> <p>42. Из каких частиц состоят металлургические шлаки?</p>
Уметь	<p>- самостоятельно формулировать задачу физико-химического исследования в химических системах; пользуясь полученными знаниями, уметь выбирать оптимальные пути и методы решения поставленных задач;</p> <p>- проводить физико-химические исследования систем и</p>	<p>Задачи для самостоятельного решения:</p> <p>Задача 1. Определить равновесное парциальное давление кислорода в газовой смеси CO-CO₂ при температуре 1300 °C и $P_{CO_2}/P_{CO} = 0,35$.</p> <p>Задача 2. Определить равновесное парциальное давление кислорода в газовой смеси H₂-H₂O при температуре 1500 °C и $P_{H_2O}/P_{H_2} = 0,30$.</p> <p>Задача 3. Какое должно быть отношение %CO₂/%CO в газовой смеси CO-CO₂, чтобы при температуре 1200 °C равновесное давление кислорода в ней составляло $P_{O_2} = 1,5 \cdot 10^{-5}$ Па?</p> <p>Задача 4. Какое должно быть отношение %H₂O/%H₂ в газовой смеси H₂-H₂O, чтобы при температуре 1300 °C равновесное давление кислорода составляло $P_{O_2} = 2 \cdot 10^{-5}$ Па?</p> <p>Задача 5. Определить температуру, при которой равновесное парциальное давление кислорода в газовой смеси CO-CO₂ при отношении $P_{CO_2}/P_{CO} = 0,2$ составит $P_{O_2} = 4 \cdot 10^{-5}$ Па.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																
	<p>процессов с использованием современных методов и приборов; проводить физико-химические расчеты;</p> <p>- проводить физико-химические исследования систем и процессов с использованием современных методов и приборов; проводить физико-химические расчеты.</p>	<p>Задача 6. Определить температуру, при которой равновесное парциальное давление кислорода в газовой смеси H_2-H_2O при отношении $P_{H_2O}/P_{H_2}=0,25$ составит $P_{O_2} = 5 \cdot 10^{-5}$ Па. Задача 7. Определить равновесный состав газовой смеси $H_2 - O_2 - H_2O$ при температуре $700\text{ }^\circ\text{C}$, если исходные парциальные давления газов в закрытой системе составляли $0,333$ атм.</p> <p>Задача 8. Определить равновесный состав газовой смеси $CO - O_2 - CO_2$ при температуре $800\text{ }^\circ\text{C}$, если исходные парциальные давления газов в системе составляли: $CO - 0,5$ атм, $O_2 - 0,3$ атм, $CO_2 - 0,2$ атм.</p> <p>Задача 9. Определить, при какой температуре сродство кислорода к водороду и монооксиду углерода одинаково.</p> <p>Задача 10. Определить возможное направление реакции водяного газа при температуре $900\text{ }^\circ\text{C}$, если исходная газовая смесь содержит 23% CO, 27% H_2O, 20% CO_2 и 30% H_2. Общее давление в печи равно 105 Па, а константа равновесия реакции при $900\text{ }^\circ\text{C}$ равна $0,76$.</p> <p>Задача 11. Определить температуру, при которой в результате протекания реакции водяного газа равновесная газовая смесь содержит $26,2\%$ CO, $30,2\%$ H_2O, $16,8\%$ CO_2 и $26,2\%$ H_2. Температурная зависимость энергии Гиббса для реакции $CO(g)+H_2O(g)=CO_2(g)+H_2(g)$ имеет вид $G = -36600 + 33,5 \cdot T$, Дж</p>																
Владеть	<p>- практическим применением важнейших современных теоретических, термодинамических методов; навыками ведения поиска необходимых знаний по литературным и другим источникам;</p> <p>- методами экспериментального исследования; определения</p>	<p>Задание на решение задач из профессиональной области (домашнее индивидуальное задание)</p> <p>Задача 1.</p> <p>Для реакции: $C_{(г)} + CO_{2(г)} = 2CO_{(г)}$ уравнение зависимости константы равновесия от температуры которой имеет вид:</p> $\lg K_p = -\frac{9001}{T} + 9,28$ <p>определить равновесный состав газа в зависимости от температуры и давления (табл.). Полученные значения представить в виде таблицы и графика.</p> <table border="1" data-bbox="651 1921 1481 2112"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Вариант</th> <th rowspan="2">Температура $^\circ\text{C}$</th> <th colspan="4">Состав исходной газовой смеси</th> </tr> <tr> <th>% C</th> <th>%H2</th> <th>%CO</th> <th>% H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Вариант	Температура $^\circ\text{C}$	Состав исходной газовой смеси				% C	%H2	%CO	% H						
Вариант	Температура $^\circ\text{C}$	Состав исходной газовой смеси																
		% C	%H2	%CO	% H													

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																																																									
	<p>состава систем, методами предсказания протекания возможных химических реакций;</p> <p>- методиками расчетов кинетики процессов в металлургических системах; приемами оценки результатов эксперимента; навыками самостоятельной работы.</p>	<table border="1" data-bbox="651 338 1473 645"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>500</td> <td>600</td> <td>700</td> <td>800</td> <td>900</td> <td>5</td> <td>15</td> <td>35</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>550</td> <td>650</td> <td>750</td> <td>850</td> <td>950</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>100 0</td> <td>105 0</td> <td>110 0</td> <td>115 0</td> <td>120 0</td> <td>15</td> <td>25</td> <td>45</td> <td>15</td> </tr> </table> <p>Задача №2. Для реакции:</p> $C_{(r)} + CO_{2(r)} = 2CO_{(r)}$ <p>уравнение зависимости константы равновесия от температуры имеет вид:</p> $\lg K_p = -\frac{8916}{T} + 9,11$ <p>определить равновесный состав газа в зависимости от температуры и давления (табл.). Полученные значения представить в виде таблицы и графика.</p> <table border="1" data-bbox="651 1133 1473 1406"> <thead> <tr> <th>Вариант</th> <th colspan="5">Температура °С</th> <th colspan="4">Давление (атм.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>500</td> <td>600</td> <td>700</td> <td>800</td> <td>900</td> <td>5</td> <td>15</td> <td>35</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>550</td> <td>650</td> <td>750</td> <td>850</td> <td>950</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1000</td> <td>1050</td> <td>1100</td> <td>1150</td> <td>1200</td> <td>15</td> <td>25</td> <td>45</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>																0	0	2	2	1	500	600	700	800	900	5	15	35	45	2	550	650	750	850	950	10	20	40	30	3	100 0	105 0	110 0	115 0	120 0	15	25	45	15	Вариант	Температура °С					Давление (атм.)				1	500	600	700	800	900	5	15	35	45	2	550	650	750	850	950	10	20	40	30	3	1000	1050	1100	1150	1200	15	25	45	15
						0	0	2	2																																																																																		
1	500	600	700	800	900	5	15	35	45																																																																																		
2	550	650	750	850	950	10	20	40	30																																																																																		
3	100 0	105 0	110 0	115 0	120 0	15	25	45	15																																																																																		
Вариант	Температура °С					Давление (атм.)																																																																																					
1	500	600	700	800	900	5	15	35	45																																																																																		
2	550	650	750	850	950	10	20	40	30																																																																																		
3	1000	1050	1100	1150	1200	15	25	45	15																																																																																		
<p>ПК-16 способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>																																																																																											
Знать	<p>- основные положения общей химии; основные законы физической химии, а также способы их применения для решения теоретических и прикладных задач;</p> <p>- теоретические</p>	<p>Контрольные вопросы для самопроверки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что понимается под горением топлива? Какие основные реакции горения топлива характерны для металлургических процессов? 2. Как рассчитать равновесное давление кислорода в газовых смесях CO – CO₂ и H₂ – H₂O при высоких температурах? 3. Дайте термодинамическую оценку реакциям горения. 4. Как влияет температура на окислительные свойства газовой смеси CO – CO₂ с постоянным отношением CO/CO₂? 5. Как влияет давление на равновесие реакций взаимодействия 																																																																																									

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>основы химических и физико-химических процессов, лежащих в основе металлургического производства;</p> <p>- основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики; влияние основных законов термодинамики и химической кинетики на процессы в металлургии.</p>	<p>углерода с кислородом и CO_2?</p> <p>6. Дайте оценку химического сродства CO и H_2 к кислороду при температурах металлургических процессов</p> <p>7. Уравнение изотермы Вант-Гоффа и его использование для определения направления протекания реакций.</p> <p>8. Как изменяется химическое сродство CO и H_2 с температурой?</p> <p>9. Проиллюстрируйте применение закона Гесса на примере реакций водяного газа, Белла-Будуара, горения углерода.</p> <p>10. Как влияет давление на равновесие реакций горения сродство CO и H_2?</p> <p>11. Как изменится равновесное давление кислорода в газовой смеси $CO - CO_2$ при повышении температуры и увеличении содержания CO_2 в составе смеси?</p> <p>12. Чем оцениваются окислительные свойства газовой фазы?</p> <p>13. Как влияет температура на окислительные свойства газовой смеси $H_2 - H_2O$ с постоянным отношением H_2 / H_2O?</p> <p>14. Как производится расчет равновесного состава сложной газовой смеси, в состав которой входят CO_2, CO, H_2 и H_2O?</p> <p>15. Как производится расчет парциального давления кислорода сложной газовой смеси, в состав которой входят CO_2, CO, H_2 и H_2O?</p> <p>16. Как влияет температура на равновесие реакции Белла-Будуара? Какие температурные области протекания этой реакции можно выделить?</p> <p>17. Как рассчитывается состав газовой смеси $CO - CO_2$, находящейся в равновесии с твердым углеродом?</p> <p>18. Раскройте термин «температура воспламенения» газовой смеси</p> <p>19. В чем проявляется сущность цепного механизма реакции горения?</p> <p>20. Как рассчитать состав газовой смеси $CO - CO_2 - N_2$, находящейся в равновесии с твердым углеродом?</p> <p>21. Укажите последовательность развития цепной реакции горения водорода и монооксида углерода.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		22. Кинетические особенности и механизм горения твердого углерода.
Уметь	<p>- использовать основные химические законы и понятия, термодинамические справочные данные;</p> <p>применять методы математического анализа и моделирования;</p> <p>- уметь сочетать теорию и практику для решения инженерных задач; проводить термодинамические расчеты металлургических процессов, на основе практических данных;</p> <p>- графически отображать полученные зависимости; анализировать и обсуждать результаты физико-химических исследований; вести научную дискуссию по вопросам физико-химическим основам металлургических процессов, проводить математическую</p>	<p>Задачи для самостоятельного решения:</p> <p>Задача 1. Чистый марганец нагревают до температуры 800 К в газовой фазе, содержащей 15% CO₂, 5% CO и 80% N₂. Будет ли происходить окисление марганца в этих условиях? Задача 2. Чистое железо нагревают до 1000 К в газовой фазе, содержащей 20% H₂O, 10% H₂ и 70% N₂. Будет ли происходить окисление железа в этих условиях?</p> <p>Задача 3. Какое значение должно иметь равновесное отношение P_{H₂}/P_{H₂O} для безокислительного нагрева чистого марганца в газовой фазе H₂-H₂O при температуре 1173 К и общем давлении 3·10⁵ Па.</p> <p>Задача 4. Какое значение должно иметь равновесное отношение P_{CO}/P_{CO₂} для безокислительного нагрева чистого железа в газовой фазе CO₂-CO при температуре 1073 К и общем давлении 2,5·10⁵ Па.</p> <p>Задача 5. Чистый хром выдерживают во влажном водороде при температуре 1500 К и общем давлении 10⁵ Па. Какое может быть максимальное давление водяного пара в газовой фазе, чтобы не происходило окисление хрома при указанной температуре?</p> <p>Задача 6. Через печь, в которой находится чистый никель, при температуре 1500 К пропускают смесь газов CO-CO₂ при общем давлении 1 атм. Какое наибольшее содержание CO₂ может быть в смеси CO-CO₂, чтобы не происходило окисление никеля при указанной температуре?</p> <p>Задача 7. Рассчитайте, какое должно быть отношение CO₂/H₂ в исходной смеси, чтобы образующаяся при температуре 1000 °С газовая смесь CO₂-CO-H₂-H₂O была бы безокислительной по отношению к чистому марганцу.</p> <p>Задача 8. Рассчитайте равновесное отношение (%CO)/(%CO₂) при температуре 1400 К и давлении 10⁵ Па для реакции восстановления марганца MnO_т + CO = Mn_т + CO₂.</p> <p>Задача 9. Рассчитайте равновесное отношение (%H₂)/(%H₂O) при температуре 1700 К и давлении 2·10⁵ Па для реакции восстановления хрома SiO₂(т) + H₂ = Si(т) + H₂O.</p> <p>Задача 10. Определите значение температуры, при которой реакция Cr₂O₃(т) + 3CO = 2Cr(т) + 3CO₂ будет находиться в равновесии при условии, что в газовой смеси H₂-H₂O, отношение</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																														
	интерпретацию полученных результатов и определять наиболее значимые факторы.	$(H_2/H_2O) = 10^{16}$.																														
Владеть	<p>- навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема, констант равновесия химических реакций при заданной температуре;</p> <p>- применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач, проводить статистический анализ полученных экспериментальных данных;</p> <p>- методами прогнозирования результатов воздействия на технологические процессы в металлургии;</p>	<p>Задание на решение задач из профессиональной области (домашнее индивидуальное задание)</p> <p style="text-align: center;">Формулировка задания:</p> <p>Задача 1</p> <p>Определить активность оксида железа FeO в поликомпонентном шлаке (таб. 1).</p> <p style="text-align: right;">Таблица 1</p> <p style="text-align: center;">Состав шлакового расплава мас. %</p> <table border="1" data-bbox="667 1182 1481 1317"> <thead> <tr> <th>Вариант</th> <th>CaO</th> <th>MgO</th> <th>MnO</th> <th>FeO</th> <th>SiO₂</th> <th>P₂O₅</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>40,0</td> <td>5,0</td> <td>3,0</td> <td>25,0</td> <td>25,0</td> <td>2,0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Задача 2</p> <p>Определить активность компонентов в сплавах на основе железа (табл. 2,3).</p> <p style="text-align: right;">Таблица 2</p> <p style="text-align: center;">Химический состав железных сплавов (масс.%)</p> <table border="1" data-bbox="667 1814 1481 1948"> <thead> <tr> <th>Вариант</th> <th>C</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>Cr</th> <th>S</th> <th>P</th> <th>O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>0,08</td> <td>0,30</td> <td>0,40</td> <td>0,15</td> <td>0,045</td> <td>0,035</td> <td>0,047</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">Таблица 3</p> <p>Параметры взаимодействия ϵ_i^j компонентов сплавов на основе</p>	Вариант	CaO	MgO	MnO	FeO	SiO ₂	P ₂ O ₅	1	40,0	5,0	3,0	25,0	25,0	2,0	Вариант	C	Si	Mn	Cr	S	P	O	2	0,08	0,30	0,40	0,15	0,045	0,035	0,047
Вариант	CaO	MgO	MnO	FeO	SiO ₂	P ₂ O ₅																										
1	40,0	5,0	3,0	25,0	25,0	2,0																										
Вариант	C	Si	Mn	Cr	S	P	O																									
2	0,08	0,30	0,40	0,15	0,045	0,035	0,047																									

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																																														
	выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения.	<p style="text-align: center;">железа при 1600 °С</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th data-bbox="663 472 786 640" rowspan="2">Элемент i</th> <th colspan="7" data-bbox="791 472 1481 517">Элемент J</th> </tr> <tr> <th data-bbox="791 524 871 640">C</th> <th data-bbox="876 524 956 640">Si</th> <th data-bbox="960 524 1040 640">Mn</th> <th data-bbox="1045 524 1125 640">Cr</th> <th data-bbox="1129 524 1209 640">S</th> <th data-bbox="1214 524 1294 640">P</th> <th data-bbox="1299 524 1481 640">O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="663 647 786 741">C</td> <td data-bbox="791 647 871 741">0,14</td> <td data-bbox="876 647 956 741">0,08</td> <td data-bbox="960 647 1040 741">-0,01 2</td> <td data-bbox="1045 647 1125 741">-0,024</td> <td data-bbox="1129 647 1209 741">0,04 6</td> <td data-bbox="1214 647 1294 741">0,051</td> <td data-bbox="1299 647 1481 741">-0,34</td> </tr> <tr> <td data-bbox="663 748 786 842">Si</td> <td data-bbox="791 748 871 842">0,18</td> <td data-bbox="876 748 956 842">0,11</td> <td data-bbox="960 748 1040 842">0,00 2</td> <td data-bbox="1045 748 1125 842">-0,000 3</td> <td data-bbox="1129 748 1209 842">0,05 6</td> <td data-bbox="1214 748 1294 842">0,11</td> <td data-bbox="1299 748 1481 842">-0,23</td> </tr> <tr> <td data-bbox="663 848 786 943">Mn</td> <td data-bbox="791 848 871 943">-0,0 7</td> <td data-bbox="876 848 956 943">0</td> <td data-bbox="960 848 1040 943">0</td> <td data-bbox="1045 848 1125 943">0</td> <td data-bbox="1129 848 1209 943">-0,04 8</td> <td data-bbox="1214 848 1294 943">-0,003 5</td> <td data-bbox="1299 848 1481 943">-0,08 3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="663 949 786 1043">Cr</td> <td data-bbox="791 949 871 1043">-0,1 2</td> <td data-bbox="876 949 956 1043">-0,004 3</td> <td data-bbox="960 949 1040 1043">0</td> <td data-bbox="1045 949 1125 1043">-0,000 3</td> <td data-bbox="1129 949 1209 1043">-0,02 0</td> <td data-bbox="1214 949 1294 1043">-0,053</td> <td data-bbox="1299 949 1481 1043">-0,01 4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="663 1050 786 1144">S</td> <td data-bbox="791 1050 871 1144">0,11</td> <td data-bbox="876 1050 956 1144">0,063</td> <td data-bbox="960 1050 1040 1144">-0,02 6</td> <td data-bbox="1045 1050 1125 1144">-0,011</td> <td data-bbox="1129 1050 1209 1144">-0,02 8</td> <td data-bbox="1214 1050 1294 1144">0,29</td> <td data-bbox="1299 1050 1481 1144">-0,27</td> </tr> <tr> <td data-bbox="663 1151 786 1245">P</td> <td data-bbox="791 1151 871 1245">0,13</td> <td data-bbox="876 1151 956 1245">0,12</td> <td data-bbox="960 1151 1040 1245">0</td> <td data-bbox="1045 1151 1125 1245">-0,03</td> <td data-bbox="1129 1151 1209 1245">0,02 8</td> <td data-bbox="1214 1151 1294 1245">0,062</td> <td data-bbox="1299 1151 1481 1245">0,13</td> </tr> <tr> <td data-bbox="663 1252 786 1375">O</td> <td data-bbox="791 1252 871 1375">-0,4 5</td> <td data-bbox="876 1252 956 1375">-0,131</td> <td data-bbox="960 1252 1040 1375">-0,02 1</td> <td data-bbox="1045 1252 1125 1375">-0,04</td> <td data-bbox="1129 1252 1209 1375">-0,13 3</td> <td data-bbox="1214 1252 1294 1375">0,07</td> <td data-bbox="1299 1252 1481 1375">-0,20</td> </tr> </tbody> </table>								Элемент i	Элемент J							C	Si	Mn	Cr	S	P	O	C	0,14	0,08	-0,01 2	-0,024	0,04 6	0,051	-0,34	Si	0,18	0,11	0,00 2	-0,000 3	0,05 6	0,11	-0,23	Mn	-0,0 7	0	0	0	-0,04 8	-0,003 5	-0,08 3	Cr	-0,1 2	-0,004 3	0	-0,000 3	-0,02 0	-0,053	-0,01 4	S	0,11	0,063	-0,02 6	-0,011	-0,02 8	0,29	-0,27	P	0,13	0,12	0	-0,03	0,02 8	0,062	0,13	O	-0,4 5	-0,131	-0,02 1	-0,04	-0,13 3	0,07	-0,20
Элемент i	Элемент J																																																																															
	C	Si	Mn	Cr	S	P	O																																																																									
C	0,14	0,08	-0,01 2	-0,024	0,04 6	0,051	-0,34																																																																									
Si	0,18	0,11	0,00 2	-0,000 3	0,05 6	0,11	-0,23																																																																									
Mn	-0,0 7	0	0	0	-0,04 8	-0,003 5	-0,08 3																																																																									
Cr	-0,1 2	-0,004 3	0	-0,000 3	-0,02 0	-0,053	-0,01 4																																																																									
S	0,11	0,063	-0,02 6	-0,011	-0,02 8	0,29	-0,27																																																																									
P	0,13	0,12	0	-0,03	0,02 8	0,062	0,13																																																																									
O	-0,4 5	-0,131	-0,02 1	-0,04	-0,13 3	0,07	-0,20																																																																									

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физико-химические основы металлургических процессов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена

Показатели и критерии оценивания экзамена:

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

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

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

умениями при их переносе на новые ситуации.

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

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