

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова»
Многопрофильный колледж



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОП.06. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

«профессиональный цикл»

программы подготовки специалистов среднего звена
специальности 22.02.01 Металлургия черных металлов
(базовой подготовки)

Форма обучения
очная

Магнитогорск, 2020

Рабочая программа учебной дисциплины «Физическая химия» разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 22.02.01 Metallurgy черных металлов, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «21» апреля 2014 г. № 355

Организация-разработчик: Многопрофильный колледж ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова»

Разработчики:

преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова»  /Наталья Александровна Петровская

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией

Металлургия черных металлов

Председатель  И.В. Решетова /

Протокол № 7 от 19.02 2020 г

Методической комиссией МпК

Протокол № 3 от 26.02 2020 г

Рецензент:

Государственное автономное профессиональное

Образовательное учреждение Челябинской области

«Политехнический колледж»

Заместитель директора по научно – методической работе

 /Л.Н. Сизоненко

М.П.



СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	6
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	14
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	18
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	26
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	27
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	20
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ	30

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

1.1 Область применения программы

Рабочая программа учебной дисциплины «Физическая химия» является частью программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 22.02.01 Metallurgy of black metals. Рабочая программа составлена для очной формы обучения.

1.2 Место дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена

Учебная дисциплина «Физическая химия» относится к общепрофессиональным дисциплинам профессионального цикла.

Освоению учебной дисциплины предшествует изучение учебных дисциплин «Химия» и «Физика».

Дисциплина «Физическая химия» является предшествующей для изучения профессиональных модулей:

ПМ.01 Ведение технологического процесса производства черных металлов (чугуна, стали и ферросплавов), включая МДК 01.01, МДК 01.02, МДК 01.03.

ПМ.02 Организация работы коллектива на производственном участке, включая МДК 02.01.

ПМ.03 Участие в экспериментальных и исследовательских работах, включая МДК 03.01.

1.3 Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

Содержание дисциплины ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессиональной программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению следующими общими и профессиональными компетенциями:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

ПК 1.2. Использовать системы автоматического управления технологическим процессом.

ПК 1.3. Эксплуатировать технологическое и подъемно-транспортное оборудование, обеспечивающее процесс производства черных металлов.

ПК 1.4. Анализировать качество сырья и готовой продукции.

ПК 2.1. Планировать и организовывать собственную деятельность, работу подразделения, смены, участка, бригады, коллектива исполнителей.

ПК 3.1. Принимать участие в разработке новых технологий и технологических процессов.

ПК 3.2. Участвовать в обеспечении и оценке экономической эффективности.

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

Код ПК/ ОК	Умения	Знания
ПК 1.1	У1. использовать методы оценки свойств металлов и сплавов	31. теоретические основы химических и физико-химических процессов, лежащих в основе металлургического производства
ПК 1.2	У1. использовать методы оценки свойств металлов и сплавов	31. теоретические основы химических и физико-химических процессов, лежащих в основе металлургического производства
ПК 1.3	У1. использовать методы оценки свойств металлов и сплавов	31. теоретические основы химических и физико-химических процессов, лежащих в основе металлургического производства
ПК 1.4	У1. использовать методы оценки свойств металлов и сплавов	31. теоретические основы химических и физико-химических процессов, лежащих в основе металлургического производства
ПК 2.1	У1. использовать методы оценки свойств металлов и сплавов	31. теоретические основы химических и физико-химических процессов, лежащих в основе металлургического производства
ПК 3.1.	У1. использовать методы оценки свойств металлов и сплавов	31. теоретические основы химических и физико-химических процессов, лежащих в основе металлургического производства
ПК 3.2	У1. использовать методы оценки свойств металлов и сплавов	31. теоретические основы химических и физико-химических процессов, лежащих в основе металлургического производства
ОК 1.	У01.1. оценивать социальную значимость своей будущей профессии для развития экономики и среды жизнедеятельности граждан российского государства	301.1. сущность и значимость профессиональной деятельности по специальности для развития экономики и среды жизнедеятельности граждан российского государства
ОК 2	У02.1. распознавать и анализировать профессиональную задачу и/или проблему У02.2. определять этапы решения	302.1. алгоритмы выбора типовых методов и способов выполнения профессиональных задач

	профессиональной задачи, составлять и реализовывать план действия по достижению результата	
ОК 3	У03.1. принимать решения в стандартной профессиональной ситуации и определять необходимые ресурсы У03.2. принимать решения в нестандартной профессиональной ситуации и определять необходимые ресурсы	303.1. алгоритмы принятия решения в профессиональных стандартных ситуациях 303.2. алгоритмы принятия решения в профессиональных нестандартных ситуациях
ОК 4	У04.1. определять необходимые источники информации У04.2. выделять наиболее значимое в изучаемом материале и структурировать получаемую информацию	304.1. номенклатура информационных источников применяемых в профессиональной деятельности 304.2. приемы структурирования информации
ОК 5	У05.1. использовать средства информационно-коммуникационных технологий для решения профессиональных задач	305.1. современные средства и устройства информатизации и порядок их применения
ОК 6	У06.1. работать в коллективе и команде У06.2. взаимодействовать с коллегами, руководством, потребителями в ходе профессиональной деятельности	306.1. основные принципы работы в коллективе 306.3. способы разрешения конфликтов в профессиональной деятельности
ОК 8	У08.1. самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития У08.2. определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования У08.3. осознанно планировать повышение квалификации	308.1. пути становления специалиста и развития личности 308.2. возможные траектории профессионального развития и самообразования

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	132
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	88
в том числе:	
лекции, уроки	20
практические занятия	60
лабораторные занятия	8
курсовая работа (проект)	Не предусмотрено
Самостоятельная работа	44
Форма промежуточной аттестации – <i>комплексный экзамен</i>	

2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины «Химические и физико-химические методы анализа»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Коды компетенций/осваиваемых элементов компетенций
1	2	3	4
Введение	Входной контроль. Инструктивный обзор программы учебной дисциплины и знакомство студентов с основными условиями и требованиями к освоению общих и профессиональных компетенций.		
Раздел 1 Теоретические основы химических процессов, лежащих в основе металлургического производства.		102	ОК-1,ОК-2,ОК-3,ОК-4 ПК-1,ПК-2,ПК-3,ПК-4
Тема 1.1. Молекулярно-кинетическая теория агрегатного состояния вещества	Содержание учебного материала	4	У1,У2, 31,32
	1. Цели, задачи, содержание дисциплины, ее связь с другими химическими дисциплинами. Значение дисциплины для понятия теоретических основ технологических процессов коксования, в использовании физико-химических методов анализа. Достижения физической и коллоидной химии на современном этапе и направления ее развития. 2. История развития представлений об атоме. Электронная теория строения атома с точки зрения квантовой физики. Простые и сложные вещества 3. Газы с точки зрения молекулярно-кинетической теории (мкт). Идеальный газ. Основные законы идеальных газов: Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Авогадро. 4. Уравнение Менделеева. Газовая постоянная. Основные положения молекулярно-кинетической энергии. 5. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы для идеальных и реальных газов. Сжижение газов. Критическая температура. 6. Общее и парциальное давление газов. Закон Дальтона. 7. Характеристика жидкого состояния. Основные свойства жидкостей: поверхностное натяжение, вязкость, плотность. Испарение и кипение жидкостей. 8. Характеристика твердого состояния: Кристаллическая и аморфная структура. Кривые нагрева и охлаждения. Теплота плавления, кристаллизации. Основные типы кристаллических		У01.1,У02.1 301.1,302.1

	решеток. Лабораторная работа Основные свойства жидкостей: поверхностное натяжение, вязкость, плотность	4	
	Практическая работа Расчет параметров идеальных газов. Расчет параметров реальных газов. Газовые законы	10	
	Самостоятельная работа • Работа с конспектом; • Решение задач на газовые законы; • Выполнение домашней работы.	10	
Тема 1.2. Термодинамика	Содержание учебного материала	4	У1,У2, 31,32 У03.1,У03.2,У04.1,У04.2 303.1,303.2, 304.1,304.2
	1. Термодинамика. Основные понятия и определения. Внутренняя энергия тела. Первый закон термодинамики: физический смысл, формулировки, аналитическое выражение. 2. Термохимические реакции. Тепловой эффект реакции, экзотермические и эндотермические реакции. 3. Закон Гесса. Опытное определение тепловых эффектов реакции. Следствия из закона Гесса. Теплота образования и сгорания органических веществ, их практическое значение для определения теплового эффекта реакции. Формула Коновалова для вычисления теплоты сгорания. Теплота растворения и нейтрализации веществ. 4. Обратимые и необратимые процессы. Свободная и связанная энергия. Энтропия. Формулировки второго закона термодинамики. Принцип работы тепловых машин. Факторы, влияющие на самопроизвольное протекание реакций: энтальпия и энтропия процесса. Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса.		

	Практическая работа Расчет теплового эффекта химической реакции. Расчет самопроизвольного протекания реакций.	10	
	Самостоятельная работа • Работа с конспектом; • Решение задач на тепловой эффект реакций; • Выполнение домашней работы. • Сообщения на тему: Формула Коновалова для вычисления теплоты сгорания. Принцип работы тепловых машин.	8	
Тема 1.3. Химическая кинетика и катализ	Содержание учебного материала.	4	У1,У1,31,31 У04.1,У04.2, У05.1 304.1,304.2
	1. Скорость химических реакций, её влияние на протекание технологических процессов. Факторы, влияющие на скорость: концентрация, температура, давление. Закон действующих масс. 2. Константа скорости. Правило Вант-Гоффа. Классификация химических реакций по молекулярности и порядку. Кинетическое уравнение реакций первого порядка. 3. Основные положения теории активации. Распределение молекул по скоростям. Графическое изображение хода реакции. Энергия активации. 4. Учение о катализе, катализаторы, ингибиторы, ферменты. Особенности каталитических реакций. Механизм действия катализаторов. Типы катализа: гомогенный, гетерогенный, автокатализ. Применение каталитических реакций в химических процессах.		
	Практическая работа Расчет скорости реакции Расчет энергии активации.	4	
	Самостоятельная работа • Выполнение индивидуального домашнего задания; • Работа с конспектом; • Решение расчетных задач .	6	

Тема 1.4. Равновесные системы	Содержание учебного материала	2	У1, У1,31,32 У06.1 У06.2,У06.3 306.1
	1. Обратимые и необратимые химические реакции. Признаки химического равновесия. Закон действующих масс. Константы химического равновесия, выраженные через равновесные концентрации и равновесные парциальные давления. 2. Связь между константами химического равновесия. Равновесие в гетерогенных системах. 3. Факторы, влияющие на смещение химического равновесия. Принцип Ле-Шателье. Зависимость константы равновесия реакций от температуры. Методы управления химическими процессами. Основные понятия фазового равновесия: гомогенные и гетерогенные системы, фаза, компоненты фаз, число степеней свободы. Фазовые диаграммы.		
	Практическая работа Изучение диаграммы состояния воды Использование принципа Ле- Шателье для определения направления реакции.	10	
	Самостоятельная работа Составление опорных конспектов (конспектирование учебника) по теме: «Использование принципа Ле- Шателье для определения направления реакции».	6	
Тема 1.5. Растворы	Содержание учебного материала	4	У1,У2, 31,32 У05.1, У06.1,У06.2,У06.3,У08.1 305.1, 306.1,
	1. Общая характеристика растворов. Типы растворов по агрегатному состоянию. Способы выражения концентрации растворов. 2. Процесс растворения. Насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные растворы. Растворимость. Сольватная (гидратная) теории растворов. Осмотическое давление в растворах неэлектролитов и электролитов. Изотонический коэффициент. 3. Давление пара разбавленных растворов. Понижение давления пара растворителя над раствором неэлектролитов и электролитов. Закон Рауля. Замерзание и кипение растворов.		

	Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания растворов. Криоскопическая и эбуллиоскопическая постоянные. Практическое применение методов криоскопии и эбуллиоскопии. 4. Растворение жидкостей в жидкостях. Идеальные жидкие смеси. Диаграммы: давление пара – состав смеси, температура кипения - состав смеси. Равновесие в системе, состоящей из двух жидкостей. Равновесное распределение вещества между двумя несмешивающимися жидкостями. Закон распределения Нернста-Шилова. Процесс экстрагирования и его практическое применение. Равновесие в системе жидкость-газ. Закон Генри. Растворимость смеси газов. Закон Генри-Дальтона. Коэффициент растворимости.		
	Лабораторная работа Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания воды	4	
	Практическая работа Расчет концентрации растворов Способы выражения концентрации	10	

	Самостоятельная работа - составление опорных конспектов (конспектирование учебника) по теме: “ Криоскопическая и эбуллиоскопическая постоянные”. - составление опорных конспектов (конспектирование учебника) по теме: “ Практическое применение методов криоскопии и эбуллиоскопии ” - выполнение индивидуального домашнего задания – решение расчетных задач	4	
Раздел 2 Теоретические основы физико-химических процессов, лежащих в основе металлургического производства		30	ОК-5,ОК-6,ОК-8 ПК-4,ПК-7,ПК-9
Тема 2.1 Электрохимия	Содержание учебного материала	2	У1,У2, 31,32 У05.1, У06.1,У06.2,У06.3 305.1, 306.1 308.1
	1. Электропроводность. Виды проводников. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов электролитов. Механизм переноса электричества ионами. Прикладное значение электрохимических процессов. 2. Окислительно-восстановительные процессы при электролизе. Законы Фарадея. Практическое применение электролиза. 3. Механизм возникновения электрического тока в гальванических элементах. Устройство и работа элемента Якоби-Даниэля. Измерение ЭДС элемента. Ряд напряжений металлов.		
	Практическая работа Расчет электропроводности растворов электролитов	8	
	Самостоятельная работа - поиск информации по теме «Прикладное значение электрохимических процессов» - поиск информации по теме «Устройство и работа элемента Якоби-Даниэля»	4	
Тема 2.2. Основы коллоидной химии	Содержание учебного материала	2	У1,У2, 31,32 У06.1,У06.2,У06.3 306.1 308.1
	1. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности и агрегатному состоянию. Основные особенности дисперсных систем, методы их получения и очистки. Причины образования зарядов коллоидных частиц. Коагуляция. Пептизация.		

	Микрогетерогенные системы: суспензии, эмульсии, пены. 2 Молекулярно-кинетические свойства коллоидов. Электрокинетические явления (электроосмос, электрофорез), их использование в технологических процессах. Оптические свойства коллоидов: опалесценция, окраска и эффект Фарадея-Тандаля.		
	Практическая работа Определение параметров дисперсных систем	8	
	Самостоятельная работа • Выполнение индивидуального домашнего задания; • Работа с конспектом; Решение расчетных задач	6	
	Всего (максимальная учебная нагрузка):	132	

3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Материально-техническое обеспечение

Для реализации программы учебной дисциплины предусмотрены следующие специальные помещения и оснащение:

Тип и наименование специального помещения	Оснащение специального помещения
Кабинет Химии	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Учебно-методическая документация, дидактические средства.
лаборатория Физической химии	Лабораторное оборудование, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ: аппарат для дистилляции воды, набор ареометров, баня комбинированная лабораторная, весы технические и аналитические с разновесами, в том числе электронные, колонка адсорбционная, рН-метры: «testo 206» (2011), «Мультитест» ИПЛ-101с с комплектом для определения рН (2011), «Эксперт рН» (2013); милливольтметр, печь тигельная, установка для титрования, электроплитка лабораторная, кристаллизатор, химическая посуда, химические реактивы; Шкафы вытяжной
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования/спортивного оборудования	Шкафы, стеллажи для хранения лабораторного оборудования

3.2 Учебно-методическое и информационное обеспечение реализации программы

Основные источники:

1 Борщевский, А. Я. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебник / А. Я. Борщевский. — М. : ИНФРА-М, 2017. - 606 с. - Режим доступа: <https://new.znaniyum.com/read?id=95028>

2 Зарубин, Д. П. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. П. Зарубин. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 474 с. - Режим доступа: <https://new.znaniyum.com/read?id=337156>

Дополнительные источники:

1 Бажин, Н. М. Начала физической химии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. М. Бажин, В. Н. Пармон. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 332 с. - Режим доступа: <https://new.znaniyum.com/read?id=141009>

2 Петровская Н. А. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).- Режим доступа:

<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=S156.pdf&show=dcatalogues/5/9378/S156.pdf&view=true> - Макрообъект.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Наименование ПО	№ Договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 (подписка Imagine Premium)	Д-1227 от 08.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017 Д-593-16 от 20.05.2016 Д-1421-15 от 13.07.2015	11.10.2021 27.07.2018 20.05.2017 13.07.2016
MS Office 2007	№135 от 17.09.2017	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный	Д-300-18 от 21.03.2018 Д-1347-17 от 20.12.2017 Д-1481-16 от 25.11.2016 Д-2026-15 от 11.12.2015	28.01.2020 21.03.2018 25.12.2017 11.12.2016
7 Zip	свободно распространяемое	бессрочно

Интернет-ресурсы

1. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – ФЦИОР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.fcior.edu.ru , свободный. – Загл. с экрана. Яз. рус.

2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.school-collection.edu.ru , свободный. – Загл. с экрана. Яз. рус.

3. Интуит – национальный открытый университет. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.intuit.ru/studies/courses , свободный. – Загл. с экрана. Яз. рус.

4. Институт Юнеско по информационным технологиям в образовании. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://iite.unesco.org/ru/](http://iite.unesco.org/ru/) , свободный. – Загл. с экрана. Яз. рус.

5. MEGABOOK: универсальная энциклопедия Кирилла и Мефодия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://megabook.ru/> , свободный. – Загл. с экрана. Яз. рус.

6. Федеральный образовательный портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/832/7832> , свободный. – Загл. с экрана. Яз. рус.

7. Портал цифрового образования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.digital-edu.ru , свободный. – Загл. с экрана. Яз. рус.

8. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/> , свободный. – Загл. с экрана. Яз. рус.

9. СПО в российских школах: команда ALT Linux рассказывает о внедрении свободного программного обеспечения в школах России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://freeschool.altlinux.ru/> , свободный. – Загл. с экрана. Яз. рус.

10. Books:Altlibrary: серия «Библиотека ALT Linux» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.altlinux.org/Books:Altlibraryhttp://freeschool.altlinux.ru/> , свободный. – Загл. с экрана. Яз. рус.

3.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу обучающихся по учебной дисциплине, проходит как в письменной, так и устной или смешанной форме, с представлением изделия или продукта самостоятельной деятельности.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы используются: проверка выполненной работы преподавателем, семинарские занятия, тестирование, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и др.

№	Наименование раздела/темы	Оценочные средства (задания) для самостоятельной внеаудиторной работы
1	Раздел 1 Теоретические основы химических процессов, лежащих в основе металлургического производства.	Текст задания: Составить сравнительную таблицу (элемент портфолио) Цель: повторить и систематизировать изученный материал, научиться выделять главное и основное, лаконично, компактно и сжато изложить отобранный материал, научиться классифицировать излагаемый материал по уровням значимости. Рекомендации по выполнению задания: Составление структурно-логических схем, таблиц, диаграмм. Данные средства наглядности выполняют функцию конспектирования материала. При построении структурно-логической схемы темы необходимо выделить главное в теме. Лаконично, компактно, сжато изложить отобранный материал. Логика построения структурно-логических схем - отражение содержательных связей между единицами излагаемой информации, их четкая классификация по уровням значимости. Этапы работы над структурно-логической схемой: 1. Поиск информации 2. Анализ информации 3. Осмысление информации 4. Синтез информации. Критерии оценки: обоснование, логичность, четкость, рациональность изложения материала.
2	Раздел 2 Теоретические основы физико-химических процессов, лежащих в основе металлургического производства	Текст задания: Подготовка к семинарскому занятию Цель: Углубить, конкретизировать и расширить знания, овладеть ими на более высоком уровне репродукции и трансформации. Закрепить умения и навыки самостоятельной работы. Расширить общий, профессиональный и культурный кругозор. Рекомендации по выполнению задания: Подготовка к семинарскому занятию является одним из наиболее сложных видов самостоятельной работы, большой целенаправленной самостоятельной работы над выступлениями и/или докладами.

	Этапы подготовки: 1) Выяснить тему и вопросы семинара 2) Ознакомиться с рекомендованной литературой 3) Выяснить индивидуальное задание (если есть) 4) Планирование работы: 5) Чтение литературы: начинается с основных источников (учебник, лекция) и заканчивается работой над дополнительной литературой 6) Выписки: делаются по каждому пункту плана. 7) Составление плана выступления, готовятся цитаты, тезисы. План помогает организовать свою работу над темой, делает ответы более целенаправленными, логичными, последовательными, доказательными. Критерии оценки: сформулировать полный и правильный ответ на вопросы семинара, логично и структурировано изложить материал. При этом студент должен показать знание специальной литературы продемонстрировать умение обозначить проблемные вопросы в соответствующей области проанализировать их и предложить варианты решений
--	---

4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе текущего контроля и промежуточной аттестации.

4.1 Текущий контроль

№	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Контролируемые результаты (умения, знания)	Наименование оценочного средства
1	Раздел № 1 Тема 1.1. Молекулярно-кинетическая теория агрегатного состояния вещества	У1,У2, 31,32 У01.1,У02.1 301.1,302.1	Тест Практическая работа Лабораторная работа
2	Тема 1.2 Термодинамика	У1,У2, 31,32 У03.1,У03.2,У04.1,У04.2 303.1,303.2, 304.1,304.2	Тест Практическая работа
3	Тема 1.3. Химическая кинетика и катализ	У1,У1,31,31 У04.1,У04.2, У05.1 304.1,304.2	Практическая работа Тест
4	Тема 1.4 Равновесные системы	У1, У1,31,32 У06.1 У06.2,У06.3 306.1	Практическая работа
5	Тема 1.5. Раствор	У1,У2, 31,32 У05.1, У06.1,У06.2,У06.3,У08.1 305.1, 306.1,	Практическая работа Лабораторная работа Тест
6	Раздел № 2 Тема 2.1. Электрохимия .	У1,У2, 31,32 У05.1, У06.1,У06.2,У06.3 305.1, 306.1 308.1	Практическая работа Тест
7	Тема 2.2 Основы коллоидной химии	У1,У2, 31,32 У06.1,У06.2,У06.3 306.1 308.1	Практическая работа Тест

4.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется по завершении изучения дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине «Физическая химия» - комплексный экзамен в пятом семестре.

Результаты обучения	Оценочные средства для промежуточной аттестации
У1,У2, 31,32 У03.1,У03.2,У04.1,У04.2 303.1,303.2, 304.1,304.2	Тест 1. Укажите в ряду только кислоты: 1) H_2S, HNO_3, HBr; 2) HCl, H_2SO_4, KCl; 3) HI, H_3PO_4, NH_3; 4) HClO_4, CH_4, H_2S. 2. Выберите молекулярное уравнение в соответствии с сокращенным уравнением $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2$: 1) CuSO_4 и $\text{Fe}(\text{OH})_2$; 2) Cu_2SO_3 и NaOH; 3) CuCl_2 и $\text{Ca}(\text{OH})_2$; 4) KOH и Cu_2S. 3. Укажите тип реакции: $\text{SrCO}_3 = \text{SrO} + \text{CO}_2$: 1) замещения; 2) соединения; 3) разложения; 4) обмена. 4. Укажите соответствие химических элементов: 1) металлические; 2) неметаллические. а) N; б) Cu; в) S; г) Fe; д) Ni; е) Si; ж) Cl; з) I, и) Na; к) Al. 5. Заполните пропущенные строки: Химические свойства элементов и их соединений находятся в зависимости от ... ядра атомов. 6. Укажите молярную массу вещества $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ а) 189; б) 189 г/моль в) 175 г/моль; г) 93 г/моль. 7. Укажите, какой объем занимает 1 моль газа азота N_2 при нормальных условиях: а) 44,8 л; б) 22,4 л; в) 22,4 м³; г) 44,8 см³. 8. Укажите соответствие: 1) оксиды; 2) кислоты; 3) основания; 4) соли. а) Na_2O; б) NaCl; в) HNO_3; г) HCl; д) $\text{Fe}(\text{OH})_3$; е) K_2SO_4; ж) CO_2; з) NaHCO_3.

	9. Укажите соответствие: 1) H_2SO_4 ; 2) H_2SO_3 ; 3) H_2S; 4) $\text{Al}(\text{OH})_3$; 5) $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$; 6) FeO; 7) Fe_2O_3 ; 8) Al_2S_3. а) оксид железа (III); б) оксид железа (II); в) сероводородная кислота; г) серная кислота; д) сернистая кислота; е) гидроксид алюминия; ж) сульфат алюминия; з) сульфид алюминия. 10. Укажите соответствие: 1) электролиты; 2) неэлектролиты а) HCl; б) H_2O; в) O_2; г) сахар; д) NaCl; е) KOH; ж) H_2CO_3; з) BaSO_4. 11. Укажите, какие вещества получатся в результате реакции: 1) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl}$; 2) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KOH}$; а) CO_2, Na_2O, NaCl; в) K_2SO_4, $\text{Fe}(\text{OH})_3$; б) NaCl, H_2O, CO_2 ; г) H_2SO_4, $\text{Fe}(\text{OH})_2$. 12. Укажите степень окисления хрома в соединении Na_2CrO_4 : 1) +3; 2) +5; 3) +6; 4) +4. 13. Укажите соответствие веществ: 1) сложные; 2) простые. а) Cu; б) H_2O; в) O_2; г) NaCl; д) KOH; е) H_2CO_3; ж) CO_2. 14. Укажите валентность серы в соединении H_2SO_3 : 1) 6; 2) 4; 3) 2; 4) 3. 15. Определите по таблице Д.И. Менделеева заряд атома фосфора: 1) +3; 2) +10; 3) +15; 4) +5.
У1, У2, 31, 32 У05.1, У06.1, У06.2, У06.3, У08.1 305.1, 306.1,	Контрольная работа Допишите предложение: 1. Процесс перехода вещества из газообразного состояния в жидкое называется,,,,, 2. Изолированная система с окружающей средой, теплом и энергией: а) обменивается в) обменивается теплом б) не обменивается

	г) обменивается энергией 3 . Если давление и температура постоянны, то процесс называется: а) изохорно – изотермическим в) изотермическим б) изобарно – изотермическим г) изобарным 4. Молекулы, энергия которых больше средней всех молекул, называется: а) активные в) малоактивные б) неактивные г) малоподвижные 5. Химическое равновесие – состояние системы, при которой скорость прямой реакции: а) скорость равна скорости обратной в) скорость прямой реакции увеличивается б) скорость не равна скорости обратной г) скорость прямой реакции уменьшается 6. При уменьшении давления в реакциях с большим числом молекул продуктов реакции, равновесие сдвигается в сторону: а) прямой в) уравнивается б) обратной г) реакция не идёт 7. Закон Рауля гласит: «относительное понижение давления пара над раствором прямопропорционально: а) мольной доле раствора б) мольной доле растворённого вещества в) киломольной доле растворённого вещества г) киломольной доле раствора. 8 Метод Пуазейля является методом определения: а) поверхностного натяжения в) плотности б) вязкости
--	---

	г) объёма 9. Заполните пропуск: Сорбция – процесс поглощения одного вещества.....другого вещества а) поверхностью в) объёмом б) поверхностью и объёмом г) удельной поверхностью. 10. Нормальный потенциал – это потенциал, измеренный по отношению к а) водородному электроду в) серебряному электроду б) медному электроду г) цинковому электроду.
У1,У2, 31,32 У03.1,У03.2,У04.1,У04.2 303.1,303.2, 304.1,304.2	Перечень вопросов и задач к комплексному экзамену 1. Предмет и задачи физической химии, значение физической химии в развитии металлургии. 2. Уравнение Менделеева – Клапейрона. 3. Как определяется осмотическое давление. 4. Агрегатные состояния вещества. 5. Катализ. Виды катализа. 6. Как определяется вязкость растворов? 7. Как определяется поверхностное натяжение жидкостей? 8. Общая характеристика коллоидных растворов. 9. Напишите формулу теплоёмкости. 10. Растворы: классификация растворов. 11. Факторы, влияющие на переход из данного агрегатного состояния в другое состояние. 12. Что такое фаза? 13. Газовые законы. 14. Способ выражения концентрации растворов. 15. Суспензии. 16. Аккумуляторы. 17. Даны реакции: $3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$ $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$

	$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ Определить какие это реакции по химической кинетике. 18. Вязкость жидкостей. Методы измерения вязкости жидкостей. 19. Газовая смесь. Закон Дальтона. 20. Константа электролитической диссоциации. 21. Как определяется молярная концентрация? 22. Первый закон термодинамики. 23. Пены. 24. Как определяется массовая доля? 25. Тепловой эффект реакции. 26. Основные понятия фазового равновесия (фаза, компонент, степень свободы системы) 27. Закон Гесса. 28. Гомогенный катализ. 29. Изобразите схематически диаграмму состояния воды в координатах $P - T$ и укажите области существования фаз. 30. Следствие закона Гесса. 31. Аэрозоли. 32. Как определяется молярная доля? 33. Второй закон термодинамики. 34. Газ, имеющий объем $0,01 \text{ м}^3$, каково было давление газа, если после расширения оно стало равно $5,3 \cdot 10^4 \text{ Па}$. 35. Законы электролиза. 36. Какое давление на стенки сосуда производит газ, если масса 5 г., объем 1 л., средняя квадратичная скорость молекул 500 м/с? 37. Скорость химической реакции. 38. Солиозоли. 39. Дайте определение понятию «идеальный газ» 40. При изобарном нагревании 400 молей идеального газа ему сообщили $5,4 \cdot 10^6 \text{ Дж}$ теплоты. Определите работу газа и теплоты. Определите работу газа и изменение его внутренней энергии. 41. Влияние температуры на скорость химической реакции. 42. Дайте определение понятия «тепловой
--	---

	эффект химической реакции» 43. Константа химического равновесия. 44. Температура замерзания разбавленных растворов. 45. Дана равновесная система вода $\leftrightarrow$ пар. Требуется установить на основании принципа Ле – Шателье, в каком направлении будет смещаться равновесие при понижении температуры при постоянном внешнем давлении. 46. Влияние различных факторов на химическое равновесие. 47. Температура кипения разбавленных растворов. 48. Рассчитать осмотическое давление 0,01M водного раствора Na_2SO_4 равна 0,88. 49. Принцип Ле – Шателье. 50. Молекулярно – кинетические свойства золей. 51. Как определить работу? 52. Растворимость газов в металле. 53. Электродные потенциалы. 54. Дан водный раствор уксусной кислоты, в котором существует истинное динамическое равновесие. Установить на основании принципа Ле – Шателье, в какую сторону будет смещаться равновесие при добавлении воды в сосуд при постоянном давлении и температуре. 55. Влияние различных факторов на катализ. 56. Энтальпия. 57. На основании правила фаз доказать, что не существует таких условий, при которых можно было реализовать систему: $S_{\text{ромб.}} \leftrightarrow S_{\text{молокл.}} \leftrightarrow S_{\text{ж.}} \leftrightarrow S_{\text{г.}}$ 58. Адсорбция на поверхности жидкости. 59. Коагуляция золей. 60. Изобразите изобарический процесс. 61. Адсорбция на поверхности жидкостей. 62. ЭДС гальванических элементов. 63. Оптические свойства золей. 64. Электролитические свойства золей. 65. Факторы, влияющие на активность катализаторов. 66. Закончить и уравнивать химический
--	---

	процесс: $N_2 + H_2 \leftrightarrow$
У1,У2, 31,32 У06.1,У06.2,У06.3 306.1 308.1	Кейс – задание Вы знаете, что нерастворимые соли, например такие как ($CaCO_3$) не должны взаимодействовать с другими солями. Однако, недавно, при проведении эксперимента в системе $FeCl_3 + CaCO_3$ мы наблюдали бурное выделение газа и выпадение бурого осадка. Для выяснения, какой это газ, мы в реакционную пробирку внесли горящую лучину, и она погасла. Мы также провели анализ осадка и выясняли, что бурые частицы осадка не растворимы в воде и щелочах, но растворимы в кислотах. Итак, вопрос: что произошло при взаимодействии $FeCl_3$ с $CaCO_3$, каким образом и какой газ образовался, и что из себя представляет бурый осадок?

Критерии оценки комплексного экзамена:

«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

–«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

–«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

–«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

АКТИВНЫЕ И ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

1. Активные и интерактивные методы используются при проведении теоретических и практических занятий:

Раздел/тема	Применяемые активные и интерактивные методы	Краткая характеристика
Раздел № 1 Тема 1.1 Молекулярно-кинетическая теория агрегатного состояния вещества	Анализ конкретной ситуации:	На первом этапе, работая в группах, обучающиеся определяют, какие агрегатные состояния вещества встречаются в металлургической отрасли. На втором этапе - обсуждение и поиск решения проблемы, существования агрегатных состояний вещества.
Тема 1.2. Термодинамика	Тренинг	Система заданий тренинга построена таким образом, чтобы студенты взаимодействовали друг с другом в ходе их выполнения, анализировали свои и чужие взгляды, и в итоге сделали нужные выводы.
Тема 1.3. . Химическая кинетика и катализ	Коллективная мыслительная деятельность	Обучающиеся получают набор реактивов и проводят реакции.. Работая в группах должны получить одинаковый результат.
Тема 1.4 Равновесные системы	Виртуальная экскурсия	Обучающиеся работают в микрогруппах, по выбору определяют с помощью интернет-ресурсов классификацию равновесных систем и определяют их преимущества.
Тема 1.5 . Растворы.	Тренинг	Выполнение упражнений по определению видов концентрации и готовят растворы, заданной концентрации.
Раздел № 2 Тема 2.1. Электрохимия.	Кейс-метод	Составление гальванических пар, уравнений коррозии металлов.
Тема 2.2 Основы коллоидной химии.	Проблемная лекция	Во время лекции заполняют таблицу и дают характеристику дисперсным системам.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Разделы/темы	Темы практических/лабораторных занятий	Количество часов	Требования ФГОС СПО (уметь)
Раздел 1 Теоретические основы химических процессов, лежащих в основе металлургического производства.		52	ОК-1,ОК-2,ОК-3,ОК-4 ПК-1,ПК-2,ПК-3,ПК-4
Тема 1.1. Молекулярно-кинетическая теория агрегатного состояния вещества	Лабораторная работа № 1,2 Основные свойства жидкостей: поверхностное натяжение, вязкость, плотность	4	У1,У2, У01.1,У02.1
	Практическая работа № 1 Расчет параметров идеальных газов.	2	У1,У2, У03.1,У03.2,У04.1,У04.2
	Практическая работа № 2 Расчет параметров реальных газов.	4	
	Практическая работа № 3 Газовые законы	4	
Тема 1.2. Термодинамика	Практическая работа № 4 Расчет теплового эффекта химической реакции.	4	У1,У2, У03.1,У03.2,У04.1,У04.2
	Практическая работа № 5 Расчет самопроизвольного протекания реакций.	6	
Тема 1.3. Химическая кинетика и катализ	Практическая работа № 6 Расчет скорости реакции	2	У1,У1, У04.1,У04.2, У05.1
	Практическая работа № 7 Расчет энергии активации	2	
Тема 1.4. Равновесные системы	Практическая работа № 8 Изучение диаграммы состояния воды	4	У1,У2 У05.1,У05.2,У05.3
	Практическая работа № 9 Использование принципа Ле-Шателье для определения направления реакции.	6	
Тема 1.5. Растворы	Лабораторная работа № 3,4 Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания воды	4	У1, У2. У06.1,У06.2,У06.3,У08.1
	Практическая работа № 10 Расчет концентрации	6	

	растворов		
	Практическая работа № 11 Способы выражения концентрации	4	
Раздел 2 Теоретические основы физико-химических процессов, лежащих в основе металлургического производства		16	ОК-5,ОК-6,ОК-8 ПК-4,ПК-7,ПК-9
Тема 2.1 Электрохимия	Практическая работа № 12 Расчет электропроводности растворов электролитов	8	У1,У2, У05.1, У06.1,У06.2,У06.3 У07.1,У07.2,У07.3. У08.1,У08.2,У08.3
Тема 2.2. Основы коллоидной химии	Практическая работа № 13 Определение параметров дисперсных систем.	8	У1,У2, У05.1, У06.1,У06.2,У06.3 У07.1,У07.2,У07.3. У09.1,У09.2,У09.3
ИТОГО		68	

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ МАРШРУТ

Контрольная точка	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Контролируемые результаты	Оценочные средства	
			Контрольная работа №1	1. Тест 2. Практические работы 3. Лабораторные работы
№1	Раздел 1 Теоретические основы химических процессов, лежащих в основе металлургического производства.	У1,У2, З1,З2 У03.1,У03.2,У04.1 У04.2 З03.1,З03.2, З04.1,З04.2	Контрольная работа №1	1. Тест 2. Практические работы 3. Лабораторные работы
№2	Раздел 2 Теоретические основы физико-химических процессов, лежащих в основе металлургического производства		Контрольная работа №2	1. Тест 2. Кейс-задача 3. Практические работы
Промежуточная аттестация	Комплексный экзамен		Итоговая Контрольная работа	1. Перечень вопросов по разделам. 2. Типовые практические задания

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

№ п/п	Раздел рабочей программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата, № протокола заседания ПЦК	Подпись председателя ПЦК
		Рабочая программа учебной дисциплины «Физическая химия» актуализирована. В рабочую программу внесены следующие изменения:		
1	3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ	В связи с обновлением материально-технического обеспечения п. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению читать в новой редакции: Лаборатория Физической химии Учебная аудитория для проведения учебных, практических и лабораторных занятий, для самостоятельной работы, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации. Рабочее место преподавателя: переносной мультимедийный комплекс: ноутбук, экран, проектор, рабочие места обучающихся, доска учебная, учебная мебель; Мебель лабораторная; Ph-метр "Мультитест ИПЛ-101с комплектом для определения pH; Ph-метр эксперт-ph*; Весы демпферные АДФ-200; Весы кухонные; Вискозиметр В-36-246*; Вискозиметр ВЗ-246 Ш; Насос Комовского; Термометры ТЛ ртутные; Термометр ТС-7-м1; Столы титровальные с надставками; Шкафы вытяжные с мойкой MS Windows (подписка Imagine Premium) договор Д-1227-18 от 08.10.2018, срок действия: 11.10.2021 MS Windows (подписка Imagine Premium) договор Д-757-17 от 27.06.2017, срок действия: 27.07.2018, Calculate Linux Desktop свободно распространяемое ПО (https://www.calculate-linux.org/ru/), срок действия: бессрочно	16.09.2020 г. Протокол № 1	

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

№ п/п	Раздел рабочей программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата, № протокола заседания ПК	Подпись председателя ПК
		Рабочая программа учебной дисциплины « Физическая химия » актуализирована. В рабочую программу внесены следующие изменения:		
	3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	В связи с обновлением материально-технического обеспечения п. Материально-техническое обеспечение читать в новой редакции: Лаборатория Физической химии Учебная аудитория для проведения учебных, практических и лабораторных занятий, для групповых и индивидуальных консультаций, для самостоятельной работы, для текущего контроля и промежуточной аттестации. Рабочее место преподавателя: переносной мультимедийный комплекс: ноутбук, экран, проектор, рабочие места обучающихся, доска учебная, учебная мебель; Мебель лабораторная; Ph-метр "Мультитест ИПЛ-101с комплектом для определения pH; Ph-метр эксперт-ph*; Весы демпферные АДФ-200; Весы кухонные; Вискозиметр В-36-246*; Вискозиметр ВЗ-246 Ш; Термометры ТЛ ртутные; Термометр ТС-7-м1; Столы титровальные с надставками; Шкафы вытяжные с мойкой	08.09.2021 г. Протокол № 1	
	3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	В связи с заключением контрактов со сторонними электронными библиотечными системами ЭБС ZNANIUM.com К-44-21 от 12.07.2021 г. ООО Знаниум с 01.09.2021 по 31.08.2022 г., Учебно-методическое и информационное обеспечение реализации программы читать в новой редакции: Основная литература 1. Борщевский, А. Я. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебник / А. Я. Борщевский. —М. : ИНФРА-М, 2017. -606 с. -Режим доступа: https://new.znanium.com/read?id=95028 2. Зарубин, Д. П. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. П. Зарубин. —М. : ИНФРА-М, 2019. —474 с. -Режим доступа: https://new.znanium.com/read?id=337156 Дополнительная литература 1. Верховлюк, А. М. Физическая химия - основа металлургических процессов : учебное пособие / А. М. Верховлюк, Г. А. Верховлюк. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 216 с. - ISBN 978-5-9729-0568-3. - Текст : электронный. - URL: — Режим доступа: https://znanium.com/catalog/product/1833229 (дата обращения: 17.10.2021). 2. Петровская Н. А. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. -1 электрон. опт. диск (CD-ROM).-Режим доступа: https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=S156.pdf&show=dcatalogues/5/9378/S156.pdf&view=true-Макрообъект.16.09.2020 г.	08.09.2021 г. Протокол № 1	

