

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет
Кафедра Химии

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Энергетический факультет

Батухтин Андрей
Геннадьевич

«____» _____ 20____
г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.18 Физико-химические основы металлургических процессов
на 144 часа(ов), 4 зачетных(ые) единиц(ы)
для направления подготовки (специальности) 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
«____» _____ 20____ г. №____

Профиль – Ресурсосберегающие технологии в горно-металлургическом и нефтегазовом
комплексе (для набора 2024)
Форма обучения: Очная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

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

Задачи изучения дисциплины:

обучить студентов анализу строения и свойств металлургических систем, термодинамических и кинетических закономерностей взаимодействия и равновесия фаз;

изучить оценку полноты и эффективности прохождения металлургических процессов и возможности использовать эти знания для разработки новых металлургических технологий;

освоить принципы оптимизации технологических процессов получения металлургических расплавов и материалов при металлургической переработке минерального сырья.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина Б1.0.18 "Физико-химические основы металлургических процессов" относится к дисциплинам обязательной части дисциплин ООП. Для качественного усвоения этой дисциплины студентам необходимы базовые знания по курсам Б1.О.20 "Физическая и коллоидная химия", Б1.О.13 "Общая и неорганическая химия", Б1.О.22 «Химическая технология». Дисциплина Б1.0.18 "Физико-химические основы металлургических процессов" дает знания, умения и навыки, необходимые для дисциплины Б1.В.ДВ.04.01 «Ресурсосберегающие технологии в аффинаже благородных металлов», практики Б2.О.05.(П) "Производственная практика (научно-исследовательская работа)". Дисциплина Б1.0.18 "Физико-химические основы металлургических процессов" изучается на 3 курсе в 5 семестре студентами очной формы обучения.

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы), 144 часов.

Виды занятий	Семестр 5	Всего часов
Общая трудоемкость		144
Аудиторные занятия, в т.ч.	68	68
Лекционные (ЛК)	34	34
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0
Лабораторные (ЛР)	34	34

Самостоятельная работа студентов (СРС)	76	76
Форма промежуточной аттестации в семестре	Дифференцированный зачет	0
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности
ОПК-2	ОПК-2.3 Использует химические методы для решения задач профессиональной деятельности	<p>Знать: химические методы, включая реакции горения, образования и диссоциации оксидов, сульфидов, карбонатов, применяемые для металлургических процессов.</p> <p>Уметь: выбирать исходное сырьё и способ производства конкретного металла и сплава.</p> <p>Владеть: навыками применения химических методов для производства конкретного металла и сплава.</p>
ПК-1	ПК-1.2 Проводит конструкторскую проработку технических средств, направленных на создание энерго- и ресурсосберегающих технологий	<p>Знать: энерго- и ресурсосберегающие технологии производства металлов и сплавов и их влияние на получение качественного продукта.</p> <p>Уметь: предлагать методы и энерго- и ресурсосберегающие технологические процессы производства металлов и сплавов, чтобы получить качественный продукт.</p> <p>Владеть: методами и энерго- и</p>

	ресурсосберегающими технологическими приемами, применяемыми в производстве металлов и сплавов для получения качественного продукта.
--	---

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			С Р С
					Л К	П З (С З)	Л Р	
1	1.1	Термодинамика и равновесные процессы в металлургии	Введение в дисциплину. Основные понятия и законы химической термодинамики. Растворы. Металлургические расплавы и их термодинамические характеристики. Поверхностные явления	38	8	0	10	20
2	2.1	Типы реакций в металлургических процессах и их кинетика	Кинетика химических реакций. Физико-химические основы реакций горения. Термодинамика образования и диссоциации оксидов и карбонатов. Основы теории восстановления оксидов. Физико-химические и металлургические основы взаимодействия жидких металлов (сплавов) и шлаков. Взаимодействие жидких металлов с газами.	40	10	0	10	20
3	3.1	Оценка	Методы оценки	34	8	0	8	18

		физических свойств и физико-химия производства чугуна и стали	физических свойств металлических и шлаковых расплавов. Связь диаграммы состояния с физическими свойствами расплавов. Основы общей металлургии. Физико-химические процессы и металлургические основы производства чугуна. Физико-химические процессы и металлургические основы производства стали					
4	4.1	Физико-химия и металлургия цветных и благородных металлов	Физико-химия и металлургия производства тяжелых и легких цветных металлов. Физико-химия и металлургия производства благородных цветных металлов. Физико-химия и металлургия производства тугоплавких цветных металлов.	32	8	0	6	18
Итого				144	34	0	34	76

3.2. Содержание разделов дисциплины

3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Введение в дисциплину.	Предмет и задачи курса. Исторический обзор развития теории металлургических процессов как науки. Роль русских, советских и иностранных ученых в развитии курса. Производство черных и цветных металлов. Технический прогресс в металлургии и литейном	2

			производстве. Основные технологические процессы, применяемые при производстве металлов и сплавов.	
	1.1	Строение вещества. Основные понятия и законы химической термодинамик и	Строение вещества. Агрегатные состояния веществ. Основные понятия и определения химической термодинамики: система, состояние системы, термодинамические свойства, энергия, теплота, фаза, компонент. Первое начало (закон) термодинамики. Энтальпия. Теплоемкость. Основы термохимии. Закон Гесса. Второе начало термодинамики: основной смысл и значение. Энтропия. Обратимые и необратимые процессы. Пределы применения законов термодинамики. Энергия Гиббса. Энергия Гельмгольца. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Термодинамические потенциалы. Понятие о равновесном состоянии. Фазовые равновесия. Правило фаз. Химическое равновесие. Константа равновесия и ее зависимость от температуры. Химическое сродство. Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста	2
	1.1	Растворы. Металлургические расплавы и их термодинамические характеристики и	Жидкие растворы (совершенные и разбавленные). Законы Рауля и Генри. Реальные и регулярные растворы. Законы Коновалова и Вревского. Строение и термодинамические характеристики металлических расплавов. Основные функции и свойства оксидных расплавов. Понятие термодинамической активности. Параметры взаимодействия. Методы определения активности, расчет коэффициентов активности компонентов в металлургических расплавах.	2
	1.1	Поверхностные явления	Поверхностные явления в металлургии. Поверхностная энергия. Капиллярные явления. Особенности	2

			адсорбции газов на поверхности пористых тел. Поверхностное и межфазное натяжения жидких металлов и шлаков. Поверхностные свойства сложных металлургических расплавов. Влияние состава и температуры.	
2	2.1	Кинетика химических реакций. Физико-химические основы реакций горения	Факторы, влияющие на скорость химических реакций. Порядок химических реакций. Расчет констант скоростей реакций и энергии активации. Окислительно-восстановительные свойства газовой фазы. Горение водорода, оксида углерода, водяного газа, метана. Кислородный потенциал. Ионизация и диссоциация газов. Гомогенные и гетерогенные реакции горения. Влияние различных факторов на характер процессов. Горение твердого углерода (газификация). Цепной механизм горения, тепловое воспламенение	2
	2.1	Термодинамика образования и диссоциации оксидов и карбонатов	Образование и диссоциация карбонатов и оксидов. Термодинамические и кинетические особенности реакций. Процессы окисления твердых металлов. Общая характеристика и термодинамические особенности реакций восстановления оксидов металлов	2
	2.1	Основы теории восстановления оксидов	Основы теории восстановления оксидов. Общая характеристика окислительно-восстановительных реакций. Восстановление газами. Условия восстановления. Восстановление твердым углеродом. Восстановление с участием растворов. Учет растворимости фаз в системе железо-кислород. Науглераживание железа. Металлотермия.	2
	2.1	Физико-химические и металлургические основы вз	Окисление жидких металлов шлаком. Строение и свойства шлаковых расплавов. Строение и свойства ионных шлаков. Фазовые диаграммы	2

		<p>взаимодействия жидких металлов (сплавов) и шлаков</p>	<p>бинарных и трехкомпонентных систем. Влияние легирующих элементов на растворимость и коэффициенты активности азота, кислорода, водорода и серы. Раскисление жидкого металла: раскисляющая способность; раскислители – Si, C, Mn, Al; комплексное раскисление, методы раскисления. Легирование. Процессы рафинирования от серы и фосфора. Образование неметаллических включений. Использование экспериментальных данных для расчета активности компонентов. Молекулярные и ионные представления о строении шлака. Модели шлака.</p>	
	2.1	<p>Взаимодействие жидких металлов с газами.</p>	<p>Основы взаимодействия металлов с водородом, кислородом, азотом. Влияние легирующих элементов на растворимость и коэффициенты активности азота, кислорода, водорода и серы. Раскисление жидкого металла: раскисляющая способность; раскислители – Si, C, Mn, Al; комплексное раскисление, методы раскисления. Легирование. Процессы рафинирования от серы и фосфора</p>	2
3	3.1	<p>Методы оценки физических свойств металлических и шлаковых расплавов</p>	<p>Методы оценки физических свойств металлических и шлаковых расплавов. Определение плотности расплава методом гамма-проникающих излучений. Определение вязкости методом лежащей капли и гамма-методом. Определение электросопротивления методом вращающегося магнитного поля. Определение растворимости компонентов в твердой и жидкой фазах (газоанализаторы, метод рентгеноспектрального исследования).</p>	2
	3.1	<p>Связь диаграммы состояния с</p>	<p>Связь диаграммы состояния с физическими свойствами расплавов для двойных сплавов по Курнакову</p>	2

		физическими свойствами расплавов	С.Н.	
	3.1	Основы общей металлургии. Физико-химические процессы и металлургические основы производства чугуна	Материалы для металлургического производства: руды, флюс, топливо, огнеупоры. Подготовка материалов к плавке. Основная продукция черной металлургии. Физико-химические и металлургические основы производства чугуна. Сырьевые материалы, применяемые для производства чугуна. Обогащение руд. Физико-химические процессы, протекающие в доменной печи: горение углерода топлива, разложение компонентов шихты, восстановление окислов железа, марганца и кремния. Науглероживание железа, шлакообразование. Продукты доменной плавки	2
	3.1	Физико-химические процессы и металлургические основы производства стали	Исходные материалы для производства стали. Физико-химические основы производства стали. Сущность металлургического передела чугуна в сталь. Производство стали в конверторах (устройство конвертера, технология плавки, реакции основных процессов), производство стали в мартеновских печах (разновидности процесса, основные элементы печи, особенности технологии, физико-химия процессов); получение стали в электропечах (устройство печи, окислительный и восстановительный периоды плавки).	2
4	4.1	Физико-химия и металлургия производства тяжелых цветных металлов	Производство меди. Медные руды и пути их переработки. Обогащение руд флотацией. Получение медных штейнов и переработка. Рафинирование меди: огневое и электролитическое. Классификация меди по чистоте. Основные медные сплавы: латунь, бронзы, Область применения. Производство никеля. Сырьё для получения никеля.	2

			Переработка медно-никелевых руд, выплавка никелевого штейна, физико-химические процессы при конверторном переделе штейна, обжиг файнштейна, восстановление закиси никеля. Электролитическое рафинирование никеля. Марки никеля	
	4.1	Физико-химия и металлургия производства легких цветных металлов	Производство алюминия. Руды алюминия. Производство глинозёма: кислотные и щелочные способы. Основные реакции процесса, электролитическое получение алюминия. Устройство электролизера. Рафинирование алюминия. Сплавы алюминия, марки и назначение. Производство магния. Исходные материалы. Обогащение карналита. Электролитическое получение магния, рафинирование. Технический магний и его сплавы	2
	4.1	Физико-химия и металлургия производства благородных цветных металлов.	Производство золота. Минералы золота. Методы извлечения золота из руд. Амальгамация. Физико-химические основы цианирования. Осаждение цинком. Аффинаж. Основные свойства и применение. Производство серебра. Минералы серебра. Общие принципы извлечения из рудного сырья. Основные способы производства серебра, физикохимия процессов. Аффинаж серебра. Применение, основные свойства. Производство платины. Минералы платины и некоторых платиноидов. Получение платиновых металлов из россыпей. Физико-химические основы поведения платиновых металлов при переработке сульфидного сырья. Аффинаж платины. Промышленное применение	2
	4.1	Физико-химия и металлургия производства тугоплавких цветных	Производство титана. Сырьё для производства титана. Переработка ильменитового концентрата. Восстановление тетрахлорида титана магнием. Плавка титановой трубки.	2

		металлов.	Получение титана высокой чистоты. Технический титан и его сплавы. Производство молибдена и вольфрама. Сырьевые материалы. Физико-химические процессы, протекающие при производстве материалов. Свойства, области применения	
--	--	-----------	--	--

3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)

3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Изучение сырых материалов и способов их подготовки к доменной плавке	Изучение коллекции сырых материалов полезных ископаемых и способов их подготовки к доменной плавке.	2
	1.1	Определение константы равновесия и расчет основных термодинамических величин реакции	Расчет константы равновесия химической реакции на примере разложения карбоната кальция.	2
	1.1	Восстановление оксидов железа и шлакование пустой породы в доменной печи	Определение с помощью термического анализа температуры начала восстановления оксидов железа углеродом и изучение особенностей процессов шлакования оксидов железа пустой породой.	2
	1.1	Равновесие реакции	Расчет константы равновесия химической реакции	2

		газификации углерода		
	1.1	Определение поверхностног о натяжения и плотности расплавов методом лежащей капли	Определить плотность расплава, предварительно рассчитав объем по методу Башфорта и Адамса обмера капли. Найти значение поверхностного натяжения по методу Дорсея.	2
2	2.1	Кинетика выс окотемперату рного окисления металлов	Определение кинетического порядка и константы скорости химической реакции	2
	2.1	Металлотерми ческое восстановлени е	Ознакомление с методами металлотермического восстановления и условиями протекания алюминотермических процессов	2
	2.1	Углетермичес кое восстановлени е	Ознакомление с методами углетермического восстановления и условиями протекания физико- химических процессов восстановления	2
	2.1	Диссоциация и обжиг сульфидов	Изучение реакции взаимодействия сульфида металла с водородом и экспериментальное определение температурных границ области сульфатирующего и окислительного обжига.	2
	2.1	Методы оценки физических свойств металлически х и шлаковых расплавов	Десульфурация металла шлаком	2
3	3.1	Растворимост ь водорода в жидкой стали	Освоить методики расчета растворимости водорода в легированных расплавах на основе железа при 1450-1700°C в зависимости от концентрации легирующих элементов, входящих в состав стали	2

	3.1	Зависимость вязкости оксидного расплава от состава и температуры	Измерение вязкости как физического свойства расплава и математическое описание ее зависимости от температуры	2
	3.1	Расчет шихты для выплавки передельного чугуна	Изучение упрощенного метода расчета шихты для доменной плавки.	2
	3.1	Изучение процесса кристаллизации слитков на прозрачной модели	Изучение процесса кристаллизации слитков на прозрачной модели и определение скорости затвердевания слитка в зависимости от температуры расплава	2
4	4.1	Исследование электросопротивления расплава	Получение теоретических сведений об электросопротивлении металлического расплава. Изучение методики измерения электросопротивления.	2
	4.1	Исследование плотности расплавов методом гамма-проникающих излучений	Получение теоретических сведений о плотности расплава, взаимосвязи строения жидкой фазы с плотностью и другими физическими свойствами, а также характером кристаллизации.	2
	4.1	Получение металлов высокой степени чистоты	Овладение методом получения сплавов высокой степени чистоты путем возгонки с последующей перекристаллизацией.	2

3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Роль физико-химических основ металлургических процессов для их оптимизации и	Работа с электронными образовательными ресурсами. Подготовка к собеседованию	20

		<p>разработки безотходных экологически чистых технологий, расширения вторичных сырьевых ресурсов. Методы физико-химического анализа процессов: термодинамический, кинетический, экспериментальный. Термодинамический анализ реакций горения газообразного и твердого топлива.</p>	<p>Подготовка электронных презентаций Написание отчета по лабораторным работам</p>	
2	2.1	<p>Особенности механизма и кинетики реакций гомогенного горения. Воспламенение газовых смесей. Особенности механизма и кинетики реакций гетерогенного горения топлива. Воспламенение твердого топлива. Общие закономерности диссоциации соединений. Упругость диссоциации как мера термической прочности соединений. Влияние факторов на упругость диссоциации. Температура начала разложения и химического кипения. Термодинамические особенности диссоциации и окисления металлов. Особенности окисления железа. Механизм окисления железа. Общие термодинамические условия восстановления оксидов металлов. Восстановление оксидов железа водородом и оксидом углерода. Термодинамика окислите</p>	<p>Выполнение исследовательских заданий в индивидуальных и групповых формах. Составление конспекта; подготовка сообщений и докладов. Написание отчета по лабораторным работам</p>	20

		льно-восстановительных реакций в расплавах.		
3	3.1	<p>Особенности кинетики и механизма термической диссоциации соединений. Термографический метод изучения термического разложения соединений. Особенности механизма и кинетики восстановления оксидов металлов газами. Особенности механизма и кинетики восстановления твердым восстановителем</p> <p>Строение и свойства шлаковых расплавов. Metallургические шлаки. Функции шлаков. Состав и компоненты шлака. Доменные шлаки. Молекулярная и ионная теория строения шлаков. Микронеоднородность жидких шлаков. Физические и технологические свойства шлаков (основность, температура плавления, вязкость, окислительно-восстановительная способность).</p> <p>Обезуглероживание стали. Зарождение газовых пузырьков.</p>	Работа с электронными образовательными ресурсами. Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета по лабораторным работам	18
4	4.1	<p>Совершенствование металлургических технологий. вклад российских ученых в развитие теории металлургических процессов. тенденции прогрессивного развития металлургии на современном этапе. Физико-химические</p>	Работа с электронными образовательными ресурсами. Подготовка к собеседованию Подготовка электронных презентаций Написание отчета по лабораторным работам	18

4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Основная литература

5.1.1. Печатные издания

1. Морачевский А. Г. Термодинамические расчеты в химии и металлургии / Морачевский А. Г., Сладков И. Б., Фирсова Е. Г. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 208 с. - <https://e.lanbook.com/book/212780>

2. Яковлева А. А. Физическая химия для металлургов : учебное пособие / Яковлева А. А., Соболева В. Г., Филатова Е. Г. - Иркутск : ИРНИТУ, 2019. - 132 с. - <https://e.lanbook.com/book/217085>

5.1.2. Издания из ЭБС

1. Рогова Л. И. Основы теории электрометаллургических процессов : учебное пособие. Ч. 1. Равновесные и неравновесные электродные процессы / Рогова Л. И., Каверзин А. В. - Норильск : ЗГУ им. Н.М. Федоровского, 2022. - 112 с. - <https://e.lanbook.com/book/332885>

2. Рогова Л. И. Основы теории электрометаллургических процессов : учебное пособие. Ч. 2. Кинетика электрохимических процессов / Рогова Л. И., Каверзин А. В. - Норильск : ЗГУ им. Н.М. Федоровского, 2022. - 105 с. - <https://e.lanbook.com/book/332888>

3. Белоусова Н. В. Теория металлургических процессов = Theory of Non-Ferrous Extractive Metallurgy : учебное пособие / Белоусова Н. В., Ясинский А. С. - Красноярск : СФУ, 2019. - 216 с. - <https://e.lanbook.com/book/157534>

5.2. Дополнительная литература

5.2.1. Печатные издания

1. Лисиенко Владимир Георгиевич. Теплофизика металлургических процессов : учебное пособие для вузов / В. Г. Лисиенко, В. И. Лобанов, Б. И. Китаев. - Москва : Юрайт, 2023. - 220 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/518288>

2. Яковлева А. А. Физическая химия для металлургов : учебное пособие / Яковлева А. А., Соболева В. Г., Филатова Е. Г. - Иркутск : ИРНИТУ, 2019. - 132 с. - <https://e.lanbook.com/book/217085>

5.2.2. Издания из ЭБС

1. Тинькова С. М. Теплофизика и металлургическая теплотехника : учеб. пособие / Тинькова С. М. - Красноярск : СФУ, 2017. - 168 с. - <https://e.lanbook.com/book/117789>
2. Цаплин А. И. Моделирование теплофизических процессов и объектов в металлургии : учебное пособие / Цаплин А. И., Никулин И. Л. - Пермь : ПНИПУ, 2011. - 299 с. - Утверждено Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия. - <https://e.lanbook.com/book/160730>
3. Цаплин А. И. Теплофизика в металлургии : учебное пособие / Цаплин А. И. - Пермь : ПНИПУ, 2008. - 230 с. - Утверждено Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия. - <https://e.lanbook.com/book/160732>

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Название	Ссылка
Образовательные ресурсы «Единое окно»	http://window.edu.ru/catalog/
Металлургия в интернет	https://www.metalweb.ru/
Специализированный журнал «Металлоснабжение и сбыт»	https://www.metalinfo.ru/ru
Новости рынка черных, цветных и драгоценных металлов	https://www.metaltorg.ru/news/
Новости по металлургии	http://metallurgu.ru/
Металлургические заводы России	https://russiametall.ru/factory
Металлургический портал MetalSpace.ru: информационное пространство металлургов	https://metalspace.ru/
Металлургические процессы: сравнение различных видов обработки	https://www.a1-met.com/blog/metallurgicheskiye-protsessy/
Черная и цветная металлургия на Metallurgist.pro	https://metallurgist.pro/
Черная и цветная металлургия на metallolome.ru	https://metallolome.ru/osnovnyy-metallurgicheskiy-protsessov/

6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, АBBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

- 1) 1С-Битрикс: Корпоративный портал - Компания 1С: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях 7-Zip АBBYY FineReader Adobe Audition Adobe Flash Adobe In Design Adobe Lightroom Adobe Photoshop

2) Corel Draw

3) Kaspersky Endpoint Security

4) Mathematica Standart Version Education

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закреплённой расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закреплённой расписанием по кафедре
Учебные аудитории для текущей аттестации	

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Лекция-визуализация проводится с использованием мультимедийного оборудования и сопровождается показом лекционных демонстраций (видеосюжетов), презентацией информации. В лекции-диалоге содержание подается через серию вопросов, на которые студенты должны отвечать непосредственно в ходе занятия.

Практические занятия по дисциплине «Физико-химические основы металлургических процессов» и отработка исследовательских и технологических навыков проводятся в учебной аудитории с интерактивным комплексом. Подготовка к практическим занятиям предполагает самостоятельное прочтение лекционного материала, работу с электронными ресурсами, а также повторение тем ранее изученных дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Физическая и коллоидная химия».

Разработчик/группа разработчиков:

Типовая программа утверждена

Согласована с выпускающей кафедрой
Заведующий кафедрой

_____ «___» _____ 20__ г.