

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 15.11.2023 15:13:17

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Химия окружающей среды

Закреплена за подразделением Кафедра энергоэффективных и ресурсосберегающих промышленных технологий

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 8

аудиторные занятия

102

самостоятельная работа

51

часов на контроль

27

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	18			
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	102	102	102	102
Контактная работа	102	102	102	102
Сам. работа	51	51	51	51
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

Рабочая программа

Химия окружающей среды

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра энергоэффективных и ресурсосберегающих промышленных технологий

Протокол от 20.06.2023 г., №08-22/23

Руководитель подразделения Торохов Геннадий Валерьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Научить физико-химическим основам описания металлургических процессов в многокомпонентных системах; ознакомить с современными представлениями о термодинамическом подходе к анализу сложного равновесия; ознакомить с кинетикой многозвенных процессов в гетерогенных системах; ознакомить с описанием нестехиометричности оксидов металлов, с термодинамическими и кинетическими критериями возникновения аморфного состояния в металлургических системах. Научиться применять на практике методы расчета равновесного состояния в сложных многокомпонентных гетерогенных системах. Овладеть теоретическими и экспериментальными способами определения границ устойчивости нестехиометрических соединений. Освоить методики решения кинетических задач для многостадийных процессов. Научиться использовать квазихимический метод для анализа процессов в металлургических системах.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.07
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Современные инструментальные методы и средства контроля параметров работы металлургических агрегатов	
2.1.2	Компьютерное проектирование процессов и технологий ОМД	
2.1.3	Конструирование литейной оснастки, раздел 1	
2.1.4	Металловедение, часть 1	
2.1.5	Металлургия тугоплавких и рассеянных редких металлов	
2.1.6	Металлургия тяжелых цветных металлов	
2.1.7	Методы анализа структуры металлов и сплавов	
2.1.8	Метрология и измерительная техника	
2.1.9	Производство отливок из сплавов цветных металлов	
2.1.10	Современные методы производства сплошных и полых изделий	
2.1.11	Теория и технология производства стали в электропечах	
2.1.12	Теплотехника и экодизайн металлургических печей	
2.1.13	Технологии и оборудование для модификации поверхности	
2.1.14	Технология композиционных материалов	
2.1.15	Инжиниринг машин и агрегатов производства металлоизделий	
2.1.16	Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии	
2.1.17	Металлургия алюминия и магния	
2.1.18	Многокомпонентные диаграммы состояния	
2.1.19	Научные основы нанесения покрытий	
2.1.20	Обогащение руд	
2.1.21	Оборудование для процессов порошковой металлургии	
2.1.22	Оборудование и технологии сталеплавильных цехов	
2.1.23	Основы бизнеса в металлургии	
2.1.24	Основы минералогии и петрографии	
2.1.25	Основы электрометаллургического производства	
2.1.26	Прикладная кристаллография	
2.1.27	Проектирование технологии изготовления отливок	
2.1.28	Производство стали в конвертерах	
2.1.29	Процессы формования и спекания металлических порошков	
2.1.30	Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов давлением	
2.1.31	Рециклинг металлов	
2.1.32	Теория промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов	
2.1.33	Теория термической обработки металлов и основы эксперимента	
2.1.34	Технология литейного производства	
2.1.35	Физико-химические процессы в литейном производстве	
2.1.36	Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов	
2.1.37	Инженерные расчеты в металлургии	
2.1.38	Методы исследования свойств металлов и сплавов	
2.1.39	Организация и математическое планирование эксперимента	
2.1.40	Органическая химия в металлургии	
2.1.41	Основы пиро- и гидрометаллургического производства	

2.1.42	Основы теории литейных процессов
2.1.43	Потребительские свойства металлургической продукции
2.1.44	Процессы получения металлических порошков
2.1.45	Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий
2.1.46	Теория обработки металлов давлением и физические основы пластической деформации
2.1.47	Термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.1.48	Технологические измерения и приборы
2.1.49	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов
2.1.50	ARTCAD
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Защитные покрытия на металлопродукции
2.2.2	Информационные технологии в деформационной обработке металлов
2.2.3	Комплексное использование сырья и техногенных материалов
2.2.4	Конструкционные порошковые материалы общемашиностроительного и специального назначения
2.2.5	Материаловедение и термообработка металлов и сплавов
2.2.6	Материаловедение неметаллических материалов
2.2.7	Методы исследования технологических процессов и оборудования
2.2.8	Методы оценки качества и исследования металлургических свойств техногенного сырья и вторичных ресурсов
2.2.9	Моделирование процессов и объектов в металлургии
2.2.10	Наилучшие доступные технологии в металлургии
2.2.11	Оборудование литейных цехов
2.2.12	Основы аддитивных технологий
2.2.13	Основы процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза
2.2.14	Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов
2.2.15	Производство благородных металлов
2.2.16	Производство легких металлов
2.2.17	Производство отливок из сплавов цветных металлов
2.2.18	Производство редких металлов
2.2.19	Производство слитков из сплавов цветных металлов
2.2.20	Современные методы исследования металлических материалов
2.2.21	Современные процессы в металлургии и материаловедении и методы их исследования
2.2.22	Специальные способы литья
2.2.23	Теория металлургических процессов
2.2.24	Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем
2.2.25	Технологии защиты оборудования и металлопродукции от коррозии
2.2.26	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов
2.2.27	Технология композиционных материалов
2.2.28	Экология металлургического производства
2.2.29	Автоматизация машин и агрегатов ОМД
2.2.30	Диагностика и экспертиза коррозионных разрушений металлов
2.2.31	Дизайн литого изделия
2.2.32	Инновационные технологии и оборудование ферросплавного производства
2.2.33	Комплексное использование сырья и отходов глиноземной промышленности
2.2.34	Компьютерное проектирование и инжиниринг
2.2.35	Материаловедческие основы производства твердых сплавов
2.2.36	Методы аттестации наноструктурированных поверхностей
2.2.37	Моделирование технологических процессов
2.2.38	Мониторинг работы металлургического предприятия
2.2.39	Основы теории сварки и пайки литых изделий
2.2.40	Особенности получения высокоточных отливок
2.2.41	Отливки для металлургической и горнодобывающей отраслей
2.2.42	Порошковые материалы для электротехнической промышленности. Тугоплавкие порошковые материалы

2.2.43	Прикладная термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.2.44	Производство прямовосстановленного железа
2.2.45	Промышленная экология и технологии декарбонизации
2.2.46	Разливка стали и спецэлектрометаллургия
2.2.47	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства благородных металлов
2.2.48	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства меди, никеля и сопутствующих элементов
2.2.49	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства тугоплавких и рассеянных редких металлов
2.2.50	СВС-технологии получения неорганических материалов
2.2.51	Современные производственные технологии
2.2.52	Теплоэнергетика и вторичные энергоресурсы
2.2.53	Технологии Big Data
2.2.54	Технология промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов
2.2.55	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.2.56	Экодизайн и зеленые технологии
2.2.57	Экология литейного производства
2.2.58	Аддитивные технологии в литейном производстве
2.2.59	Анализ данных и аналитика в принятии решений
2.2.60	Аффинаж благородных металлов
2.2.61	Защита интеллектуальной собственности и патентование
2.2.62	Инженерия биоповерхностей
2.2.63	Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов
2.2.64	Конструирование и моделирование металлических материалов
2.2.65	Материалы на основе углерода
2.2.66	Металловедение, часть 3
2.2.67	Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов
2.2.68	Методы и инструменты бережливого производства
2.2.69	Моделирование литейных процессов
2.2.70	Обеспечение единства измерений трибологических и механических свойств
2.2.71	Обращение со шлаками и шламами
2.2.72	Планирование эксперимента
2.2.73	Разработка и реализация предпринимательских проектов
2.2.74	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства алюминия и магния
2.2.75	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства редкоземельных и радиоактивных металлов
2.2.76	Совмещенные процессы деформационно-термической обработки
2.2.77	Термодинамические расчеты многокомпонентных диаграмм состояния
2.2.78	Техногенное сырье и вторичные ресурсы
2.2.79	Технологические основы аддитивного производства и специальной электрометаллургии
2.2.80	Экологическая экспертиза
2.2.81	Научно-исследовательская работа
2.2.82	Научно-исследовательская работа
2.2.83	Научно-исследовательская работа
2.2.84	Научно-исследовательская работа
2.2.85	Научно-исследовательская работа
2.2.86	Научно-исследовательская работа
2.2.87	Научно-исследовательская работа
2.2.88	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.89	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.90	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.91	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.92	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.93	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.94	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий

Знать:

ПК-3-31 Термодинамическое описание сложных многокомпонентных и многофазных металлургических систем

ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов

Знать:

ПК-2-31 Физико-химические основы формирования дефектности оксидных металлических фаз

Уметь:

ПК-2-У1 Планировать и проводить экспериментальные и теоретические исследования

ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий

Владеть:

ПК-3-В1 Методиками анализа сложного равновесия при исследовании металлургических процессов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Сложное равновесие в многокомпонентных и многофазных системах							
1.1	Домашнее задание /Ср/	8	7	ПК-2-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
1.2	Лабораторная работа /Лаб/	8	12	ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
1.3	Способы минимизации энергии Гиббса в применении к гетерогенным многофазным системам /Лек/	8	12	ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
1.4	Алгоритмы вычисления конечного фазового состава многокомпонентных систем /Лек/	8	8	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
1.5	Задачи качественного и количественного фазового анализа, варианты аналитических решений /Пр/	8	8	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			
1.6	Расчеты равновесия в азот, водород, углерод и кислород содержащих газовых системах (вручную) /Пр/	8	8	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			
1.7	Взаимодействие поверхности твердой фазы с внешней газовой средой в условиях высоких температур /Пр/	8	4	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			
1.8	Сравнительное изучение экспериментальных результатов и численного расчета фазового состава многокомпонентных систем /Пр/	8	4	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			

	Раздел 2. Диаграммы состояния и зависимость энергии Гиббса от состава системы							
2.1	Домашнее задание /Ср/	8	5	ПК-2-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
2.2	Лабораторная работа /Лаб/	8	7	ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
2.3	Теоретический анализ экспериментальных данных по влиянию состава системы на значение энергии Гиббса /Лек/	8	7	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
2.4	Построение фазовых диаграмм металл-оксид на основе экспериментальных данных /Пр/	8	1	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			
2.5	Распады, расслоения, перекристаллизация в твердом состоянии – исследование на основе температурной и концентрационной зависимостей энергии Гиббса. Контрольная работа /Пр/	8	1	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			
	Раздел 3. Нестехиометричность металлических оксидов. Причины и следствия.							
3.1	Смешанное обучение /Ср/	8	15	ПК-2-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
3.2	Лабораторная работа /Лаб/	8	8	ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
3.3	Термодинамические и кинетические причины формирования нестехиометричных оксидов. Система Fe-O /Лек/	8	4	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
3.4	Границы нестехиометричности – термодинамический расчет /Пр/	8	1	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			
3.5	Квазихимический способ анализа дефектности оксидов /Пр/	8	1	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			
3.6	Образование анионных вакансий – расчет их равновесной концентрации /Пр/	8	1	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			
3.7	Экспериментальные и теоретические способы определения дефектности вюстита /Пр/	8	1	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			

3.8	Области устойчивости вюститита при различных температурах /Пр/	8	1	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			
Раздел 4. Механизмы и кинетика многостадийных процессов в металлургических системах								
4.1	Смешанное обучение /Ср/	8	5		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
4.2	Лабораторная работа /Лаб/	8	6		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
4.3	Анализ результатов процесса при сочетании элементарных кинетических стадий в квазистационарном приближении /Лек/	8	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
4.4	Последовательность процессов восстановления при взаимодействии газа со сплошной и с пористой поверхностью оксида /Пр/	8	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			
4.5	Расчет кинетики восстановительного процесса с помощью эквивалентной электрической схемы. Контрольная работа /Пр/	8	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			
Раздел 5. Образование аморфных твердых фаз в окислительно-восстановительных процессах								
5.1	Смешанное обучение /Ср/	8	19	ПК-2-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
5.2	Лабораторная работа /Лаб/	8	1	ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
5.3	Аморфные оксидные фазы, аморфные металлические фазы. Условия образования и распада /Лек/	8	1	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
5.4	Расчет термодинамических и кинетических условий образования аморфных соединений в металлургических процессах /Пр/	8	1	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

ОПК-1-31, ОПК-1-32, ОПК-1-33

- 1 Процесс протекает при условии постоянства температуры и давления. Какую термодинамическую функцию следует выбрать в качестве критерия самопроизвольного протекания процесса в этих условиях?
- 2 Процесс протекает при условии постоянства температуры и объема. Какую термодинамическую функцию следует выбрать в качестве критерия самопроизвольного протекания процесса в этих условиях?
- 3 Поясните, почему парциальная мольная энтальпия растворенного вещества в бесконечно разбавленном растворе постоянна, а для растворителя равна его мольной энтальпии в чистом состоянии.
- 4 Имеются экспериментальные данные о значениях K_p при различных температурах. Какой график нужно построить и какой формулой воспользоваться для того, чтобы рассчитать тепловой эффект реакции.
- 5 Как зависит от температуры константа скорости химической реакции? Напишите необходимые уравнения.
- 6 Как зависит от температуры энергия активации реакции? Напишите необходимые уравнения.
- 7 Как изменится равновесная мольная доля газообразного продукта реакции, если увеличить общее давление в системе?
- 8 Укажите, какие типы коэффициентов диффузии Вы знаете.
- 9 Перечислите отличия концентрационных профилей для диффузии в полубесконечный образец из постоянного и мгновенного источника.
- 10 Вещество поступает из потока в твердый материал. Как зависит его количество (q) от времени (t), если контролирующим процессом является химическая реакция на поверхности твердого тела?
- 11 Вещество поступает из потока в твердый материал. Как зависит его количество (q) от времени (t), если контролирующим процессом является диффузия внутри твердого тела?
- 12 Вещество поступает из потока в твердый материал. Как зависит его количество (q) от температуры (T), если контролирующим процессом является диффузия в потоке?
- 13 Вещество поступает из потока в твердый материал. Как зависит его количество (q) от температуры (T), если контролирующим процессом является химическая реакция на поверхности твердого тела?
- 14 Вещество поступает из потока в твердый материал. Как зависит его количество (q) от температуры (T), если контролирующим процессом является диффузия внутри твердого тела?
- 15 Вещество поступает из потока в твердый материал. Контролирующим процессом является диффузия в потоке. Какие характерные черты процесса, кроме $f(t)$ и $f(T)$, Вы можете указать?
- 16 Вещество поступает из потока в твердый материал. Контролирующим процессом является химическая реакция на поверхности твердого тела. Какие характерные черты процесса, кроме $f(t)$ и $f(T)$, Вы можете указать?
- 17 Вещество поступает из потока в твердый материал. Контролирующим процессом является диффузия внутри твердого тела. Какие характерные черты процесса, кроме $f(t)$ и $f(T)$, Вы можете указать?
- 18 Термодинамические силы и потоки. Первый постулат линейной термодинамики Онзагера.
- 19 Производство энтропии и принцип Пригожина, устойчивость стационарных состояний в линейной термодинамике.
- 20 Стационарные состояния при значительных отклонениях от равновесия, нелинейные законы.
- 21 Эволюция неравновесных нелинейных систем, универсальный критерий Гленсдорфа-Пригожина.
- 22 Термодинамические причины самоорганизации неравновесных систем, возникновение диссипативных структур.
- 23 Эффекты Бенара и Тейлора, экспериментальные данные.
- 24 Реакция Белоусова-Жаботинского, классификация диссипативных систем.
- 25 Термодинамические методы расчета нелинейных открытых систем, метод потенциала.
- 26 Автокаталитические реакции, стационарные состояния в различных случаях, их устойчивость.
- 27 Автокатализ с ветвлением, изменение поведения системы при плавном изменении внешнего параметра.
- 28 Неравновесные фазовые переходы, бифуркационные диаграммы.
- 29 Описание ангармонического осциллятора с помощью потенциала, переход с нарушением временной симметрии.
- 30 Анализ неравновесных систем с двумя переменными, общая модель.
- 31 Классификация стационарных состояний в системах с двумя переменными, узел, седло, фокус, центр.
- 32 Система Лотки-Вольтерры, задача «хищники и жертвы» в химии и в экологии.
- 33 Предельные циклы, устойчивость предельных циклов.
- 34 Анализ динамики химической реакции с тепловым эффектом, ячейка горения
- 35 Динамика популяций в системой с одной и двумя переменными.
- 36 Классификация устойчивости неравновесных систем, устойчивость по траектории, орбитальная устойчивость.
- 37 Устойчивость стационарных состояний по Ляпунову.
- 38 Структурная устойчивость и методы ее анализа с помощью теории катастроф.
- 39 Простейшие катастрофы: катастрофа «складка», катастрофа «сборка».
- 40 Способы анализа устойчивости стационарных состояний для неравновесных систем с одной переменной.
- 41 Описание дискретных систем, хаотическая динамика, «странный» аттрактор.
- 42 Активные среды, бистабильная среда, возбудимая среда.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

Домашнее задание по разделам 1, 2 ОПК-1-31, ОПК-1-У1, ОПК-1-У3, ОПК-1-У4, ПК-1.1-У2, ПК-1.1-У1

Контрольная работа № 1 по разделам 2, 3 ОПК-1-31, ОПК-1-У1, ОПК-1-У4, ПК-1.1-У2

Контрольная работа № 2 по разделу 4 ОПК-1-33, ОПК-1-У2, ОПК-1-У4, ОПК-1-В1, ОПК-1-В2, ПК-1.1-У2

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Вегман Е. Ф., Жеребин Б. Н., Похвиснев А. Н., др., Юсфин Ю. С.	Металлургия чугуна: учебник для студ. вузов металлург. спец.	Библиотека МИСиС	М.: Академкнига, 2004
Л1.2	Петелин Александр Львович, Михалина Екатерина Сергеевна	Термодинамика и кинетика металлургических процессов. Курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов спец. Металлургия чер. металлов	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2005

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Юсфин Ю. С., Леонтьев Л. И., Черноусов П. И.	Промышленность и окружающая среда: Учебник для студ. вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов 651300'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Академкнига, 2002
Л2.2	Петелин Александр Львович	Нелинейная термодинамика. Устойчивость конечных состояний неравновесных систем: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Епифанов В. С., Степанов А. М.	Термодинамика: практикум для студентов специальности 180405.65 – «Эксплуатация судовых энергетических установок»: практикум	Электронная библиотека	Москва: Альтаир МГАВТ, 2014
Л3.2	Михалина Екатерина Сергеевна, Петелин Александр Львович	Термодинамика и кинетика металлургических процессов. Окислительно- восстановительные системы: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Электронные ресурсы МИСиС	http://lib.misis.ru/links.html
----	---------------------------	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ThermoCalc
-----	------------

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Электронные ресурсы МИСиС http://lib.misis.ru/links.html
-----	---

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
A-411	Учебная аудитория	лабораторная установка для получения сырых окатышей из железорудных концентратов, лабораторная установка для обжига железорудных окатышей, лабораторная установка для определения восстановимости железорудных материалов, лабораторная установка для определения размягчаемости железорудного сырья в восстановительной атмосфере, лабораторная установка для определения минералогического состава руд, агломератов и окатышей, лабораторная установка для обогащения железных руд на магнитном сепараторе, лабораторная установка для определения реакционной способности и горячей прочности твердого топлива

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ