

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 15.11.2023 15:13:16

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)

Инженерные расчеты в металлургии

Закреплена за подразделением Кафедра энергоэффективных и ресурсосберегающих промышленных технологий

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 5

аудиторные занятия

85

самостоятельная работа

59

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	85	85	85	85
Контактная работа	85	85	85	85
Сам. работа	59	59	59	59
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

Рабочая программа

Инженерные расчеты в металлургии

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	Цели освоения дисциплины - формирование у студентов навыков металлургических расчётов процессов производства цветных металлов необходимые для решения производственно-технических, расчетно-проектных и экспериментально-исследовательских задач.
1.2	Дисциплина направлена на освоение навыков анализа возможных технологических схемы переработки сырья цветных металлов определенного химического, минералогического и фазового составов; обоснования выбора рациональной схемы извлечения цветных металлов или их соединений из сырья; составления и расчета балансов технологических схем по металлу и полных материальных балансов; оценки прочностных характеристик металлургического оборудования

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.09
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	ARTCAD	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Инжиниринг машин и агрегатов производства металлоизделий	
2.2.2	Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии	
2.2.3	Металлургия алюминия и магния	
2.2.4	Многокомпонентные диаграммы состояния	
2.2.5	Научно-исследовательская работа	
2.2.6	Научно-исследовательская работа	
2.2.7	Научно-исследовательская работа	
2.2.8	Научно-исследовательская работа	
2.2.9	Научно-исследовательская работа	
2.2.10	Научно-исследовательская работа	
2.2.11	Научно-исследовательская работа	
2.2.12	Научные основы нанесения покрытий	
2.2.13	Обогащение руд	
2.2.14	Оборудование для процессов порошковой металлургии	
2.2.15	Оборудование и технологии сталеплавильных цехов	
2.2.16	Основы бизнеса в металлургии	
2.2.17	Основы минералогии и петрографии	
2.2.18	Основы электрометаллургического производства	
2.2.19	Прикладная кристаллография	
2.2.20	Проектирование технологии изготовления отливок	
2.2.21	Производство стали в конвертерах	
2.2.22	Процессы формования и спекания металлических порошков	
2.2.23	Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов давлением	
2.2.24	Рециклинг металлов	
2.2.25	Теория индустриальных процессов деформационной обработки металлов и сплавов	
2.2.26	Теория термической обработки металлов и основы эксперимента	
2.2.27	Технология литейного производства	
2.2.28	Физико-химические процессы в литейном производстве	
2.2.29	Современные инструментальные методы и средства контроля параметров работы металлургических агрегатов	
2.2.30	Компьютерное проектирование процессов и технологий ОМД	
2.2.31	Конструирование литейной оснастки, раздел 1	
2.2.32	Металловедение, часть 1	
2.2.33	Металлургия тугоплавких и рассеянных редких металлов	
2.2.34	Металлургия тяжелых цветных металлов	
2.2.35	Методы анализа структуры металлов и сплавов	
2.2.36	Метрология и измерительная техника	
2.2.37	Производство отливок из сплавов цветных металлов	
2.2.38	Современные методы производства сплошных и полых изделий	

2.2.39	Теория и технология производства стали в электропечах
2.2.40	Теплотехника и экодизайн металлургических печей
2.2.41	Технологии и оборудование для модификации поверхности
2.2.42	Технология композиционных материалов
2.2.43	Закономерности и механизмы формирования материалов в аддитивных технологиях
2.2.44	Закономерности, механизмы и диагностика процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза
2.2.45	Информационные технологии управления металлургическими печами
2.2.46	Конструирование литейной оснастки, раздел 2
2.2.47	Логистика вторичных ресурсов
2.2.48	Металловедение, часть 2
2.2.49	Металлургия благородных металлов
2.2.50	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов
2.2.51	Метрология, стандартизация и методы контроля и анализа веществ
2.2.52	Модельное производство
2.2.53	Огнеупоры металлургического производства
2.2.54	Основы промышленного дизайна и ювелирного дела
2.2.55	Пористые порошковые материалы. Порошковые материалы для узлов трения. Порошковые алмазосодержащие материалы.
2.2.56	Производство отливок из стали и чугуна
2.2.57	Производство тяжелых цветных металлов
2.2.58	Производство ферросплавов
2.2.59	Разливка стали и спецэлектрометаллургия
2.2.60	Технологические линии и комплексы ОМД
2.2.61	Физико-механические свойства металлов
2.2.62	Химия окружающей среды
2.2.63	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.2.64	Защитные покрытия на металлопродукции
2.2.65	Информационные технологии в деформационной обработке металлов
2.2.66	Комплексное использование сырья и техногенных материалов
2.2.67	Конструкционные порошковые материалы общемашиностроительного и специального назначения
2.2.68	Материаловедение и термообработка металлов и сплавов
2.2.69	Материаловедение неметаллических материалов
2.2.70	Методы исследования технологических процессов и оборудования
2.2.71	Методы оценки качества и исследования металлургических свойств техногенного сырья и вторичных ресурсов
2.2.72	Моделирование процессов и объектов в металлургии
2.2.73	Наилучшие доступные технологии в металлургии
2.2.74	Оборудование литейных цехов
2.2.75	Основы аддитивных технологий
2.2.76	Основы процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза
2.2.77	Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов
2.2.78	Производство благородных металлов
2.2.79	Производство легких металлов
2.2.80	Производство отливок из сплавов цветных металлов
2.2.81	Производство редких металлов
2.2.82	Производство слитков из сплавов цветных металлов
2.2.83	Современные методы исследования металлических материалов
2.2.84	Современные процессы в металлургии и материаловедении и методы их исследования
2.2.85	Специальные способы литья
2.2.86	Теория металлургических процессов
2.2.87	Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем
2.2.88	Технологии защиты оборудования и металлопродукции от коррозии
2.2.89	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов
2.2.90	Технология композиционных материалов
2.2.91	Экология металлургического производства

2.2.92	Автоматизация машин и агрегатов ОМД
2.2.93	Диагностика и экспертиза коррозионных разрушений металлов
2.2.94	Дизайн литого изделия
2.2.95	Инновационные технологии и оборудование ферросплавного производства
2.2.96	Комплексное использование сырья и отходов глиноземной промышленности
2.2.97	Компьютерное проектирование и инжиниринг
2.2.98	Материаловедческие основы производства твердых сплавов
2.2.99	Методы аттестации наноструктурированных поверхностей
2.2.100	Моделирование технологических процессов
2.2.101	Мониторинг работы металлургического предприятия
2.2.102	Основы теории сварки и пайки литых изделий
2.2.103	Особенности получения высокоточных отливок
2.2.104	Отливки для металлургической и горнодобывающей отраслей
2.2.105	Порошковые материалы для электротехнической промышленности. Тугоплавкие порошковые материалы
2.2.106	Прикладная термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.2.107	Производство прямовосстановленного железа
2.2.108	Промышленная экология и технологии декарбонизации
2.2.109	Разливка стали и спецэлектрометаллургия
2.2.110	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства благородных металлов
2.2.111	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства меди, никеля и сопутствующих элементов
2.2.112	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства тугоплавких и рассеянных редких металлов
2.2.113	СВС-технологии получения неорганических материалов
2.2.114	Современные производственные технологии
2.2.115	Теплоэнергетика и вторичные энергоресурсы
2.2.116	Технологии Big Data
2.2.117	Технология промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов
2.2.118	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.2.119	Экодизайн и зеленые технологии
2.2.120	Экология литейного производства
2.2.121	Аддитивные технологии в литейном производстве
2.2.122	Анализ данных и аналитика в принятии решений
2.2.123	Аффинаж благородных металлов
2.2.124	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение
2.2.125	Инженерия биоповерхностей
2.2.126	Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов
2.2.127	Конструирование и моделирование металлических материалов
2.2.128	Материалы на основе углерода
2.2.129	Металловедение, часть 3
2.2.130	Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов
2.2.131	Методы и инструменты бережливого производства
2.2.132	Моделирование литейных процессов
2.2.133	Обеспечение единства измерений трибологических и механических свойств
2.2.134	Обращение со шлаками и шламами
2.2.135	Планирование эксперимента
2.2.136	Разработка и реализация предпринимательских проектов
2.2.137	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства алюминия и магния
2.2.138	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства редкоземельных и радиоактивных металлов
2.2.139	Совмещенные процессы деформационно-термической обработки
2.2.140	Термодинамические расчеты многокомпонентных диаграмм состояния
2.2.141	Техногенное сырье и вторичные ресурсы
2.2.142	Технологические основы аддитивного производства и специальной электрометаллургии
2.2.143	Экологическая экспертиза
2.2.144	Научно-исследовательская работа

2.2.145	Научно-исследовательская работа
2.2.146	Научно-исследовательская работа
2.2.147	Научно-исследовательская работа
2.2.148	Научно-исследовательская работа
2.2.149	Научно-исследовательская работа
2.2.150	Научно-исследовательская работа
2.2.151	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.152	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.153	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.154	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.155	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.156	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.157	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 знать основные этапы проведения комплексных исследований процесса/технологий в области, соответствующей образовательной программе

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

Знать:

ПК-2-31 знать предназначение термодинамических, кинетических и технологических расчетов для решения задач, относящихся к профессиональной деятельности

Уметь:

ПК-2-У1 Решать типовые профессиональные задачи в области металлургии, используя фундаментальные знания

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

Владеть:

ПК-3-В1 владеть навыками анализа процессов и/или технологий для обоснованной оценки результатов в области, соответствующей образовательной программе

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. Введение							
1.1	Металлургический цикл. Основные процессы цветной металлургии. Принцип составления рационального состава руды, концентрата, промпродукта /Лек/	5	6	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л1.12 Л1.13 Л1.14 Л1.15 Л1.16 Л1.17Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9Л3.1 Л3.2 Э2 Э3			
1.2	Практическое занятие по разделу 1. Расчет рационального состава концентрата. Контрольная работа №1 /Пр/	5	4	ПК-2-У1	Л1.13 Л1.15			Р5

	Раздел 2. Принцип составления баланса технологической схемы по металлу							
2.1	Роль баланса по металлу в технико-экономических расчетах. Особенности составления баланса технологической схемы по металлу. Оценка значимости процессов технологической схемы. Расчет оборотных нагрузок процессов технологической схемы. Оптимизация технологических схем /Лек/	5	6	ПК-2-31	Л1.13 Л1.15 Л1.17 Э2 Э3			
2.2	Практические занятия по разделу 2 "Принцип составления баланса технологической схемы по металлу". Пример составление баланса технологической схемы по металлу. Оценка значимости процессов технологической схемы. Расчет оборотных нагрузок процессов технологической схемы. Оптимизация технологической схемы. Контрольная работа №2 /Пр/	5	8	ПК-2-У1	Л1.13 Л1.15 Л1.17		КМ2	Р6
	Раздел 3. Термодинамические и кинетические расчеты процессов цветной металлургии							
3.1	Оценка термодинамической вероятности и степени протекания реакций в различных системах. Расчет расхода реагента и выхода продукта реакции. Диаграммы Р-Т, состав-свойство. Формальная кинетика. Расчет скорости металлургических процессов цветной металлургии /Лек/	5	12	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л1.12 Л1.13 Л1.14 Л1.15 Л1.16 Л1.17Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.7 Л2.9Л3.2			
3.2	Практические занятия по разделу 3 "Термодинамические и кинетические расчеты процессов цветной металлургии". Оценка термодинамической вероятности и степени протекания реакций в закрытых и открытых системах. Расчет расхода реагента и выхода продукта реакции. Расчет скорости металлургических процессов цветной металлургии /Пр/	5	10	ПК-2-У1	Л1.13 Л1.15 Л1.17Л2.2 Л2.3 Л2.7Л3.2			Р7

3.3	Домашнее задание №2. Термодинамические расчеты процессов цветной металлургии /Ср/	5	59	ПК-2-У1 ПК-3-В1	Л1.13 Л1.15 Л1.17Л2.2 Л2.3 Л2.7Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р3
	Раздел 4. Принцип составления материального и теплового балансов. Выбор оборудования							
4.1	Принцип составления полного материального баланса технологической схемы. Выбор основного и вспомогательного оборудования. Принцип составления теплового баланса процесса (аппарата) /Лек/	5	10	ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л1.12 Л1.13 Л1.14 Л1.15 Л1.16 Л1.17Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9Л3.1 Л3.2			
4.2	Практические занятия по разделу 4 "Принцип составления материального и теплового балансов. Выбор оборудования". Составление и расчет материального баланса процесса/операции и полного материального баланса технологической схемы. Составление теплового баланса процесса (аппарата). Выбор основного и вспомогательного оборудования. Контрольная работа №3 /Пр/	5	12	ПК-2-У1	Л1.13 Л1.14 Л1.15 Л1.16Л2.4 Л2.8Л3.1 Л3.2		КМ3	Р8
4.3	Лабораторные работы /Лаб/	5	17	ПК-3-В1				

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа №1. Расчет рационального состава концентрата.		<p>Рассчитать рациональный состав концентрата, если он содержит:</p> <p>а) 27,03 % Cu, 23,91 % Fe, 34,06 % S, прочие 15 %. Минералогический состав концентрата: CuFeS₂, CuS, FeS₂, прочие (массовое соотношение CuFeS₂:CuS=2:1);</p> <p>б) 8,5 % Nb₂O₅; 0,62 % Ta₂O₅; 39,7 % TiO₂; 1,4 % Fe₂O₃; 31 % P₂O₅ (Ce – группа); 6,75 % CaO; 2,2 % SiO₂; 0,85 % Al₂O₃; прочие;</p> <p>в) 38,16 % WO₃, 3,68 % Mn, 20,01 % Fe, 5 % SiO₂, 10 % SnO₂, 3,70 % C, 17,45 % O₂. Минералогический состав концентрата: FeWO₄, MnWO₄, SiO₂, CaCO₃, SnO₂, FeCO₃;</p> <p>г) 80 % CaWO₄; 2 % CaCO₃; 1 % CaSiO₃;</p> <p>д) 70,97 WO₃; 2 SiO₂; 5 прочие.</p>

КМ2	Контрольная работа №2. Составление и расчет баланса технологической схемы по металлу		1. Составить и рассчитать баланс схемы по металлу. Определить сквозное извлечение в выходящие потоки. Рассчитать оборотные нагрузки, показатели значимости процессов и сделать вывод. 2. Составить баланс по металлу. Выбрать правильный вариант расчета материального баланса технологической схемы.
КМ3	Контрольная работа №3. Составление и расчет материального баланса процесса/операции и полного материального баланса технологической схемы.		1. Составить и рассчитать баланс по Мо и материальные балансы всех операций заданной схемы. Определить извлечение Мо в продукты схемы и т.ж на операции выщелачивания. 2. Составить материальный баланс процесса хлорирования лопаритового концентрата, если заданы: состав лопаритового концентрата, степень усвоения хлора; состав кокса; расход плава хлоридов. 3. Составить материальный баланс процесса разложения 100 кг искусственного шеелита раствором соляной кислоты., если заданы: состав искусственного шеелита; режимы процессов; требования к качеству продукта технологии.
КМ4	Экзамен		1. С какой целью определяется рациональный состав концентрата? 2. Рассчитать рациональный состав концентрата заданного состава. 3. Что представляет собой баланс по металлу? 4. С какой целью составляется баланс технологических схем по металлу? 5. Составить и рассчитать баланс технологической схемы по металлу 6. Во сколько раз изменится продолжительность процесса выщелачивания при увеличении температуры процесса на 20 оС, если энергия активации процесса составляет 90 кДж/моль? 7. Как определить состав осадка, маточного раствора и степень кристаллизации соды при охлаждении раствора заданного состава с 25 до 0 оС. Система $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-Na}_2\text{WO}_4\text{-H}_2\text{O}$? 8. Какое количество автоклавов объемом 5 м3 необходимо для переработки 25 м3 пульпы в смену, если продолжительность полного цикла выщелачивания 4 часа? 9. Рассчитать количество аппаратов экстракции металла в противоточном каскаде, если коэффициент распределения равен 10, а соотношение органической и водной фаз 2:1?

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Курсовая работа. Технологические расчеты в металлургии цветных, редких и благородных металлов		<p>Введение Введение кратко характеризует задачи курсовой работы.</p> <p>Специальная часть Теоретическая часть раздела предполагает описание процесса или процессов технологии, в том объеме, который необходим для проведения технологических расчетов. План изложения этой части должен быть составлен студентом после проработки соответствующей литературы и согласован с руководителем работы. Практическая часть курсовой работы имеет целью освоение и закрепление у студентов навыков составления и расчета балансов технологических схем по металлу и полных материальных балансов процессов/технологических схем. В качестве материалов, необходимых для выполнения практической части работы могут быть использованы материалы практик, научно-исследовательских работ или фактические данные, опубликованные на сайтах или в периодической печати.</p> <p>Выводы Приводится краткий перечень достигнутых в работе результатов.</p>

P2	Домашнее задание №1. Составление и расчет баланса технологической схемы по металлу		1. Описать технологическую схему. 2. Составить и рассчитать баланс схемы по металлу. 3. Определить сквозное извлечение в выходящие потоки. 4. Рассчитать оборотные нагрузки, показатели значимости процессов и сделать вывод. 5. Обосновать направления совершенствования технологии.
P3	Домашнее задание №2. Термодинамические расчеты процессов цветной металлургии		1. Описать технологический процесс (цель, химизм, режимы, аппаратное оформление). 2. Определить термодинамическую вероятность реакций/реакции, сопровождающих процесс (с учетом задания). 3. Рассчитать расход реагента. 4. Определить состав и выход продуктов реакции.
P4	Домашнее задание №3. Материальные, тепловые и прочностные расчеты в металлургии цветных металлов		Материальные, тепловые и прочностные расчеты в металлургии цветных металлов в соответствии с заданием.
P5	Практические занятия по разделу 1. Расчет рационального состава концентрата		Расчет рационального состава концентрата в соответствии с заданием
P6	Практические занятия по разделу 2 "Принцип составления баланса технологической схемы по металлу".		Пример составления баланса технологической схемы по металлу. Оценка значимости процессов технологической схемы. Расчет оборотных нагрузок процессов технологической схемы. Оптимизация технологической схемы.
P7	Практические занятия по разделу 3 "Термодинамические и кинетические расчеты процессов цветной металлургии".		Оценка термодинамической вероятности и степени протекания реакций в закрытых и открытых системах. Расчет расхода реагента и выхода продукта реакции. Расчет скорости металлургических процессов цветной металлургии
P8	Практические занятия по разделу 4 "Принцип составления материального и теплового балансов. Выбор оборудования".		Составление и расчет материального баланса процесса/операции и полного материального баланса технологической схемы. Составление теплового баланса процесса (аппарата). Выбор основного и вспомогательного оборудования.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен не предусмотрен

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно применяет полученные знания при решении поставленных задач.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточные полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, решения содержат ошибки, которые он уверенно исправляет после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности поставленных перед ним задач, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Коровин С. С., Дробот Д. В., Федоров П. И.	Редкие и рассеянные элементы: Химия и технология	Электронная библиотека	, 1999
Л1.2	Коровин С. С., Букин В. И., Федоров П. И., Резник А. М., Коровин С. С.	Редкие и рассеянные элементы: Химия и технология	Электронная библиотека	, 2003
Л1.3	Ванюков А. В., Уткин Н. И.	Комплексная переработка медного и никелевого сырья: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	Челябинск: Metallurgia, 1988
Л1.4	Стрижко Леонид Семенович, Урусова Светлана Михайловна, Божко Галина Геннадьевна	Металлургия благородных металлов: учеб. пособие для студ. вузов спец. 'Металлургия цв. металлов'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л1.5	Котляр Ю. А., Меретуков М. А., Стрижко Л. С.	Металлургия благородных металлов. В 2-х кн. Кн.1: учебник для студ. вузов напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Руда и металлы, 2005
Л1.6	Котляр Ю. А., Меретуков М. А., Стрижко Л. С.	Металлургия благородных металлов. В 2-х кн. Кн.2: учебник для студ. вузов напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Руда и металлы, 2005
Л1.7	Фомин Б. А., Москвитин В. И., Махов С. В.	Металлургия вторичного алюминия: учеб. пособие для студ. вузов напр. 651300 'Металлургия', 110200 'Металлургия цветных металлов'	Библиотека МИСиС	М.: ЭКОМЕТ, 2004
Л1.8	Москвитин В. И., Николаев И. В., Фомин Б. А.	Металлургия легких металлов: учебник для студ. вузов спец. 'Металлургия цв. металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Интернет инжиниринг, 2005
Л1.9	Николаев И. В., Москвитин В. И., Фомин Б. А.	Металлургия легких металлов: Учебник для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия', спец. 'Металлургия цвет. металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1997
Л1.10	Зеликман А. Н., Меерсон Г. А.	Металлургия редких металлов: учеб. пособие для студентов вузов по спец. 'Металлургия цвет. металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1973
Л1.11	Романтеев Юрий Павлович, Федоров Александр Николаевич, Быстров Сергей Валентинович, Комков Алексей Александрович, Быстров Валентин Петрович	Металлургия свинца: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Металлургия', спец. 'Металлургия цв. металлов'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2005
Л1.12	Романтеев Ю. П., Быстров В. П.	Металлургия тяжелых цветных металлов. Свинец. Цинк. Кадмий	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.13	Романтеев Юрий Павлович, Комков Алексей Александрович, Федоров Александр Николаевич, др., Быстров Валентин Петрович	Расчеты в металлургии свинца, цинка и кадмия: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Металлургия', спец. 'Металлургия цв. металлов'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л1.14	Сорокин Михаил Леонидович, Быстров Валентин Петрович	Металлургия меди, никеля и сопутствующих элементов и проектирование цехов: Разд.: Электролиз меди: Курс лекций для студ. спец. 11.02	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1991
Л1.15	Богатырева Елена Владимировна, Соколов В. А., Стрижко Леонид Семенович, др.	Инженерные расчеты в металлургии: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л1.16	Богатырева Елена Владимировна	Производство тугоплавких редких металлов. Металлургия титана и его соединений (N 3176): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019
Л1.17	Федоров Александр Николаевич, Быстров Сергей Валентинович, Криволапова Ольга Николаевна	Технологические расчеты в металлургии меди (N 3466): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Вольдман Г. М.	Основы экстракционных и ионообменных процессов гидрометаллургии: Учеб. пособие для вузов по спец. 'Металлургия цв. металлов' и 'Хим. технология редких и рассеян. элементов'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1982
Л2.2	Вольдман Г. М., Зеликман А. Н.	Теория гидрометаллургических процессов: учебник для вузов по спец. 'Физ.-хим. исслед. металлург. процессов'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1993
Л2.3	Ванюков А. В., Зайцев В. Я.	Теория пирометаллургических процессов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1993
Л2.4	Кулифеев Владимир Константинович, Медведев Александр Сергеевич	Металлургия редкоземельных и радиоактивных редких металлов и проектирование цехов: Разд.: Аффинажные и разделительные процессы в металлургии редкоземельных и радиоактивных металлов: Курс лекций для студ. спец. 11.02	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1988

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.5	Крейн Ольга Ефимовна, Беляевская Людмила Васильевна, Вольдман Григорий Маркович, др., Коршунов Борис Георгиевич	Металлургия редких металлов и порошковая металлургия: сб. задач по металлург. расчетам в производстве редких металлов: Учеб. пособие для студ. спец. 0402, 0635	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986
Л2.6	МИСиС, Ванюков А. В.	Вып.111: Теория и практика процессов получения тяжелых цветных и благородных металлов: Сб.статей	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1978
Л2.7	Москвитин Владимир Иванович	Теория электрометаллургических процессов: учеб. пособие для практ. занятий для спец. 0402, 0635	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986
Л2.8	Медведев А. С., Стрижко В. С., Коршунов Б. Г.	Теория и аппаратура гидromеталлургических процессов: Разд.: Аппараты для гидromеталлургических процессов: (Ч.1): учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 11.02	Библиотека МИСиС	, 1995
Л2.9	Медведев А. С.	Выщелачивание и способы его интенсификации	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2005

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Колчин Юрий Олегович, Миклушевский Владимир Владимирович, Богатырева Елена Владимировна, Стрижко Владимир Семенович, Медведев Александр Сергеевич	Оборудование гидromеталлургических процессов. Расчет аппаратов гидromеталлургических процессов: учеб. пособие для студ. вузов спец. Металлургия цв. металлов	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л3.2	Казачков Е. А.	Расчеты по теории металлургических процессов: Учеб. пособие для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1988

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	База данных FactSage	http://www.factsage.com
Э2	Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС	http://elibrary.misis.ru/
Э3	Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн	http://biblioclub.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ESET NOD32 Antivirus
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas
П.4	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	База данных FactSage http://www.factsage.com
И.2	Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС http://elibrary.misis.ru/
И.3	Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн http://biblioclub.ru/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
Любой корпус Компьютерный класс	Учебная аудитория для проведения практических занятий:	экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office
Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
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.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Лекции и практические занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint с использованием мультимедийных средств в специализированной аудитории
2. Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail, средств аудио- и видеосвязи и при личной явке.
3. Текущий контроль проводится в часы практических и лекционных занятий.