

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 10.10.2023 14:47:43

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

Закреплена за подразделением

Кафедра цветных металлов и золота

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Металлы высоких технологий

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 1

аудиторные занятия

72

курсовая работа 1

самостоятельная работа

45

часов на контроль

27

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	18	18	18	18
Практические	54	54	54	54
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	72	72	72	72
Сам. работа	45	45	45	45
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

д.т.н., проф., Богатырева Елена Владимировна

Рабочая программа

Инженерные расчеты

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Металлургия, 22.04.02-ММТ-23-18.plx Металлы высоких технологий, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Металлы высоких технологий, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра цветных металлов и золота

Протокол от 14.03.2023 г., №11

Руководитель подразделения Тарасов В.П.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цели освоения дисциплины - формирование у студентов навыков инженерных расчётов процессов производства металлов высоких технологий необходимые для решения производственно-технических, расчетно-проектных и экспериментально-исследовательских задач.
1.2	Дисциплина направлена на освоение навыков анализа возможных технологических схемы переработки сырья металлов высоких технологий определенного химического, минералогического и фазового составов; обоснования выбора рациональной схемы извлечения металлов высоких технологий 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.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Научно-исследовательская практика	
2.2.2	Процессы и аппараты электрометаллургического производства	
2.2.3	Ресурсо- и энергосбережение в производстве легких редких металлов, ч.1	
2.2.4	Ресурсо- и энергосбережение в производстве редкоземельных металлов, ч.1	
2.2.5	Ресурсо- и энергосбережение в производстве тугоплавких редких металлов, ч.1	
2.2.6	Ресурсо- и энергосбережение в производстве тяжелых цветных металлов и сопутствующих элементов, ч.1	
2.2.7	Современные методы и оборудование металлургии, машиностроения и материаловедения	
2.2.8	Автогенные процессы цветной металлургии	
2.2.9	Новые направления экстрактивной металлургии	
2.2.10	Получение особо чистых веществ	
2.2.11	Потребительские свойства металлургической продукции	
2.2.12	Ресурсо- и энергосбережение в производстве легких редких металлов, ч.2	
2.2.13	Ресурсо- и энергосбережение в производстве редкоземельных металлов, ч.2	
2.2.14	Ресурсо- и энергосбережение в производстве тугоплавких редких металлов, ч.2	
2.2.15	Ресурсо- и энергосбережение в производстве тяжелых цветных металлов и сопутствующих элементов, ч.2	
2.2.16	Управление проектами	
2.2.17	Цифровизация производства	
2.2.18	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.19	Преддипломная практика	
2.2.20	Экоаудит металлургических технологий	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, выработать стратегию действий
Знать:
УК-1-32 Основные этапы проведения комплексных исследований процесса/технологий в области, соответствующей образовательной программе
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Знать:
ОПК-1-31 Теоретические и технологические основы типовых процессов и технологий производства металлов высоких технологий и их соединений
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, выработать стратегию действий
Знать:
УК-1-32 Основные этапы проведения комплексных исследований процесса/технологий в области, соответствующей

образовательной программе
УК-1-31 Предназначение термодинамических, кинетических и технологических расчетов для решения задач, относящихся к профессиональной деятельности
УК-1-31 Предназначение термодинамических, кинетических и технологических расчетов для решения задач, относящихся к профессиональной деятельности
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Уметь:
ОПК-1-У1 Решать типовые профессиональные задачи в области химии и технологии, используя фундаментальные знания
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, выработать стратегию действий
Уметь:
УК-1-У1 Применять знания фундаментальных наук в профессиональной деятельности
УК-1-У1 Применять знания фундаментальных наук в профессиональной деятельности
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Владеть:
ОПК-1-В1 Навыками типовых технологических расчетов для решения производственных и/или исследовательских задач в области производства металлов высоких и их соединений
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, выработать стратегию действий
Владеть:
УК-1-В2 Навыками анализа процессов и/или технологий для обоснованной оценки результатов в области, соответствующей образовательной программе
УК-1-В1 Навыками использования знаний и понимания фундаментальных наук в профессиональной деятельности
УК-1-В1 Навыками использования знаний и понимания фундаментальных наук в профессиональной деятельности
УК-1-В2 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/	1	2	УК-1-31 УК-1-32	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			
1.2	Практическое занятие по разделу 1. Расчет рационального состава концентрата. Контрольная работа №1 /Пр/	1	6	УК-1-У1 ОПК-1-У1	Л1.13 Л1.15		КМ1	Р5

1.3	Курсовая работа. Технологические расчеты в металлургии металлов высоких технологий /Ср/	1	19	УК-1-В1 УК-1-В2 ОПК-1-В1	Л1.13 Л1.15 Л2.2 Л2.3 Л2.7 Л2.8 Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12 Э13			Р1
	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/	1	2	УК-1-31 УК-1-32	Л1.13 Л1.15 Л1.17			
2.2	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. Контрольная работа №2 /Пр/	1	8	УК-1-У1 ОПК-1-У1	Л1.13 Л1.15 Л1.17		КМ2	Р6
2.3	Домашнее задание №1. Составление и расчет баланса технологической схемы по металлу /Ср/	1	5	УК-1-В1 УК-1-В2 ОПК-1-У1	Л1.13 Л1.15 Л1.17 Э2 Э3			Р2
	Раздел 3. Термодинамические и кинетические расчеты процессов производства металлов высоких технологий							

3.1	<p>Оценка термодинамической вероятности и степени протекания реакций в различных системах. Расчет расхода реагента и выхода продукта реакции. Диаграммы Р-Т, состав-свойство.</p> <p>Термодинамические базы данных и справочники. Формальная кинетика. Расчет скорости металлургических процессов производства металлов высоких технологий.</p> <p>Металлургические расчеты с использованием пакета прикладных программ HSC Chemistry. Пакеты прикладных программ CHEMCAD, ASPEN, PRO, HYSYS /Лек/</p>	1	8	УК-1-31 УК-1-32	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 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12			
3.2	<p>Практические занятия по разделу 3 "Термодинамические и кинетические расчеты процессов производства металлов высоких технологий".</p> <p>Оценка термодинамической вероятности и степени протекания реакций в закрытых и открытых системах. Расчет расхода реагента и выхода продукта реакции. Расчет скорости металлургических процессов производства металлов высоких технологий.</p> <p>Металлургические расчеты с использованием пакета прикладных программ HSC Chemistry. Пакеты прикладных программ CHEMCAD, ASPEN, PRO, HYSYS /Пр/</p>	1	22	УК-1-32 ОПК-1-У1 УК-1-У1	Л1.13 Л1.15 Л1.17Л2.2 Л2.3 Л2.7Л3.2 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12			Р7
3.3	<p>Домашнее задание №2. Термодинамические расчеты процессов производства металлов высоких технологий /Ср/</p>	1	6	УК-1-В1 УК-1-В2 ОПК-1-В1	Л1.13 Л1.15 Л1.17Л2.2 Л2.3 Л2.7Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12			Р3
	<p>Раздел 4. Принцип составления материального и теплового балансов. Выбор оборудования</p>							

4.1	Принцип составления полного материального баланса технологической схемы. Выбор основного и вспомогательного оборудования. Принцип составления теплового баланса процесса (аппарата). Металлургические расчеты с использованием пакета прикладных программ HSC Chemistry /Лек/	1	6	УК-1-31	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 Э4			
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/	1	18	УК-1-У1 ОПК-1-У1	Л1.13 Л1.14 Л1.15 Л1.16Л2.4 Л2.8Л3.1 Л3.2		КМ3	Р8
4.3	Домашнее задание №3. Материальные, тепловые и прочностные расчеты в производстве металлов высоких технологий /Ср/	1	15	ОПК-1-В1 УК-1-В1 УК-1-В2	Л1.1 Л1.3 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.12 Л1.13 Л1.14 Л1.15 Л1.16 Л1.17Л2.8Л3.1 Л3.2 Э2 Э3 Э4			Р4

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.	УК-1-У1;ОПК-1-У1	<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 (Сe – 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	УК-1-У1;ОПК-1-У1	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.	УК-1-У1;ОПК-1-У1	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 концентрат,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	УК-1-31;УК-1-32;УК-1-У1;ОПК-1-У1	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 $Na_2CO_3-Na_2WO_4-H_2O$? 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 металлов высоких технологий	УК-1-В1;УК-1-В2	<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	УК-1-В1;УК-1-В2	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 производства металлов высоких технологий	УК-1-В1;УК-1-В2	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 производстве металлов высоких технологий	ОПК-1-В1;УК-1-В1;УК-1-В2	Материальные, тепловые и прочностные расчеты в производстве металлов высоких технологий в соответствии с заданием.
P5	Практические занятия по разделу 1. Расчет рационального состава концентрата	УК-1-У1;ОПК-1-У1	Расчет рационального состава концентрата в соответствии с заданием
P6	Практические занятия по разделу 2 "Принцип составления баланса технологической схемы по металлу"	УК-1-У1;ОПК-1-У1	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 производства металлов высоких технологий"	УК-1-32;ОПК-1-У1;УК-1-У1	Оценка термодинамической вероятности и степени протекания реакций в закрытых и открытых системах. Расчет расхода реагента и выхода продукта реакции. Расчет скорости металлургических процессов производства металлов высоких технологий
P8	Практические занятия по разделу 4 "Принцип составления материального и теплового балансов. Выбор оборудования".	УК-1-У1;ОПК-1-У1	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.)

Экзаменационный билет состоит из 5 вопросов (типовой билет приведен в приложении к РПД):

- 1 вопрос. Составление, расчет технологической схемы по металлу и анализ результатов
- 2 вопрос. Расчет рационального состава концентрата.
- 3 вопрос. Составление и расчет материального баланса процесса/операции и полного материального баланса технологической схемы.
- 4 вопрос. Термодинамические расчеты процессов производства металлов высоких технологий.
- 5 вопрос. Технологические расчеты.

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 достаточно 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.

Курсовая работа оценивается отдельно.

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
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
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.: Metallurgia, 1982

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.2	Вольдман Г. М., Зеликман А. Н.	Теория гидрометаллургических процессов: учебник для вузов по спец. 'Физ.-хим. исслед. металлург. процессов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1993
Л2.3	Ванюков А. В., Зайцев В. Я.	Теория пирометаллургических процессов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 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
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.: Metallurgia, 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 гидрометаллургических процессов: Разд.: Аппараты для гидрометаллургических 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 гидрометаллургических процессов. Расчет аппаратов гидрометаллургических процессов: учеб. пособие для студ. вузов спец. Металлургия цв. металлов	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
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/
Э4	HSC Chemistry	https://www.hsc-chemistry.com/
Э5	NIST Chemistry WebBook	https://webbook.nist.gov/chemistry
Э6	Термодинамические свойства индивидуальных веществ. Справочное издание / В.П. Глушко (ответственный редактор). 1978.	http://www.chem.msu.ru/rus/tsiv/
Э7	База данных “Термические константы веществ”	http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl?show=welcome.html/welcome.html
Э8	Автоматизированная система термодинамических данных ИНВАНТЕРМО	http://www.chem.msu.ru/rus/chinfo/termo/welcome.html
Э9	Автоматизированная система термодинамических данных ИНВАНТЕРМО. Ограниченная выборка (около 300) соединений из базы данных Ивтантермо	http://www.chem.msu.ru/rus/handbook/ivtan/
Э10	Therm_DZ	https://ru.freownloadmanager.org/Windows-PC/THERM-FREE.html
Э11	CHEMCAD NXT	https://www.chemstations.com/CHEMCAD/
Э12	Aspen HYSYS	https://www.aspentech.com/ru/products/engineering/aspen-hysys
Э13	ASPEN	https://www.youtube.com/watch?v=tpayg0dG27U&list=PLHDr2cq6TSUk8rpbo437pQchvMt7yUITn&ab_channel=zineRidha

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ESET NOD32 Antivirus
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas
П.4	MS Teams
П.5	Therm_DZ
П.6	Физическая химия

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.