

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)

Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов

Закреплена за подразделением

Кафедра цветных металлов и золота

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	
	УП	РП		
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):

к.т.н., доц., Кропачев Андрей Николаевич

Рабочая программа

Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов

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 цветных металлов и золота

Протокол от 16.05.2023 г., №14

Руководитель подразделения Тарасов Вадим Петрович, д.т.н., профессор

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	1) формирование знаний о теоретических основах и технологии производства редкоземельных и радиоактивных редких металлов;
1.2	2) формирование представлений о закономерностях поведения металлов на различных этапах переработки исходного сырья;
1.3	3) формирование представлений о технике безопасности при обращении с рудами, концентратами редкоземельных и радиоактивных редких металлов и продуктами их технологической переработки (в т.ч. отходами)

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	Основы бизнеса в металлургии	
2.1.21	Основы электрометаллургического производства	
2.1.22	Производство стали в конвертерах	
2.1.23	Процессы формования и спекания металлических порошков	
2.1.24	Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов давлением	
2.1.25	Рециклинг металлов	
2.1.26	Теория термической обработки металлов и основы эксперимента	
2.1.27	Технология литейного производства	
2.1.28	Физико-химические процессы в литейном производстве	
2.1.29	Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов	
2.1.30	Инженерные расчеты в металлургии	
2.1.31	Методы исследования свойств металлов и сплавов	
2.1.32	Организация и математическое планирование эксперимента	
2.1.33	Органическая химия в металлургии	
2.1.34	Основы пиро- и гидрометаллургического производства	
2.1.35	Основы теории литейных процессов	
2.1.36	Потребительские свойства металлургической продукции	
2.1.37	Процессы получения металлических порошков	
2.1.38	Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий	
2.1.39	Теория обработки металлов давлением и физические основы пластической деформации	
2.1.40	Термодинамика и кинетика металлургических процессов	
2.1.41	Технологические измерения и приборы	
2.1.42	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов	

2.1.43	ARTCAD
2.1.44	Производственная практика
2.1.45	Физическая химия
2.1.46	Физика
2.1.47	Химия
2.1.48	Обогащение руд
2.1.49	Оборудование для процессов порошковой металлургии
2.1.50	Оборудование и технологии сталеплавильных цехов
2.1.51	Основы минералогии и петрографии
2.1.52	Прикладная кристаллография
2.1.53	Проектирование технологии изготовления отливок
2.1.54	Теория промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов
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	Компьютерное проектирование и инжиниринг
2.2.34	Материаловедческие основы производства твердых сплавов
2.2.35	Методы аттестации наноструктурированных поверхностей
2.2.36	Моделирование технологических процессов
2.2.37	Мониторинг работы металлургического предприятия
2.2.38	Основы теории сварки и пайки литых изделий
2.2.39	Особенности получения высокоточных отливок

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

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 основные положения законодательных и других нормативных документов в области авторского и патентного права; основные международные договоры и соглашения в области интеллектуальной собственности и авторского права; основы правового регулирования отношений, связанных с созданием технических решений в качестве изобретений, полезных моделей, промышленных образцов, компьютерных программ, баз данных и других объектов интеллектуальной и промышленной собственности; правила оформления заявок на объекты промышленной собственности (изобретения, полезные модели, промышленные образцы и др.); основы авторского и смежных прав; понятие и содержание авторского договора и его виды

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

Знать:

ПК-2-31 основные виды исходных материалов - сырья и реагентов, процессов обработки исходного сырья; способы составления технологических схем и проведения балансовых расчётов

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

Уметь:

ПК-3-У1 применять гражданско-правовые нормы в сфере правовой защиты объектов интеллектуальной и промышленной собственности, объектов авторского права; квалифицированно формулировать и использовать правовые определения, свободно оперировать юридическими понятиями и категориями в области правовой охраны объектов интеллектуальной и промышленной собственности; - практически использовать полученные знания в сфере создания и защиты интеллектуальной собственности, оформления заявочной документации на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, программы для ЭВМ и базы данных к ним, а также на другие объекты промышленной собственности

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

Уметь:

ПК-2-У1 анализировать данные об исходных материалах технологического процесса, выбирать типы процессов обработки исходного сырья; разрабатывать технологические схем и проводить балансовые расчёты.

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

Владеть:

ПК-3-В1 навыками применения гражданско-правовых норм в сфере правовой защиты объектов интеллектуальной и промышленной собственности, объектов авторского права; навыками квалифицированно формулировать и использовать правовые определения, свободно оперировать юридическими понятиями и категориями в области правовой охраны объектов интеллектуальной и промышленной собственности; навыками практически использовать полученные знания в сфере создания и защиты интеллектуальной собственности, оформления заявочной документации на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, компьютерные программы и базы данных к ним, а также на другие объекты промышленной собственности; полученными знаниями свободно, эффективно и профессионально решать вопросы в области создания и правовой охраны интеллектуальной и промышленной собственности в любой сфере профессиональной деятельности

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

Владеть:

ПК-2-В1 навыками анализа и синтеза в технологии материалов атомной техники

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. Вскрытие руд и концентратов урана и РЗМ							

1.1	Роль радиоактивных и РЗМ в современном мире и в развитии атомной энергетики; энергетическая безопасность России; требования, предъявляемые к этим металлам, особенности их производства, цены, основные продуценты в мире и РФ /Лек/	8	2	ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			
1.2	Минералы, руды и концентраты урана, кислотные и щелочные способы вскрытия, основные аппараты, техника безопасности с радиоактивными материалами /Лек/	8	4	ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
1.3	Минералы, руды и концентраты РЗМ, основные способы вскрытия, необходимость комплексного использования сырья /Лек/	8	4	ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			
1.4	Классификация цветных металлов. Сырье техногенного характера. Оборот ядерных материалов /Пр/	8	6	ПК-2-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2			Р9
1.5	Требования безопасности при обращении с рудами, концентратами редкоземельных и радиоактивных редких металлов и продуктами их технологической переработки (в т.ч. отходами). Обращение с высокоактивными отходами. Хранение и переработка ториевого промпродукта /Пр/	8	4	ПК-2-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2			

1.6	Щелочное разложение монацитового концентрата /Лаб/	8	6	ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2			
1.7	Получение полирующих порошков (полиритов) на основе РЗМ /Лаб/	8	6	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2			Р4
1.8	Подготовка к практическим занятиям, изучение литературы, проработка лекционного материала /Ср/	8	10	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			
1.9	Контрольная работа 1 /Пр/	8	0,25	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2		КМ2	
	Раздел 2. Способы выделения U и РЗМ из растворов и пульп							
2.1	Экстракционные и сорбционные способы выделения урана из пульп, современное аппаратное оформление процессов, обезвреживание и удаление хвостов, экологические проблемы /Лек/	8	4	ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			

2.2	Переработка продуктов вскрытия минерального сырья РЗМ, предварительное их разделение на отдельные группы /Лек/	8	4	ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			
2.3	Технологические расчеты в металлургии Расчёт рационального состава сырья для производства урана и РЗМ. Примерный расчёт. Выдача ДЗ. /Пр/	8	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2			
2.4	Способы выделения урана и РЗМ из растворов и пульп и переработка полученных продуктов. Расчёт каскада сорбции /Пр/	8	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2			
2.5	Исследование экстракции неодима трибутилфосфатом в режиме противотока /Лаб/	8	6	ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2			Р5
2.6	Исследование осадительных процессов выделения РЗМ на примере церия /Лаб/	8	6	ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2			
2.7	Подготовка к практическим занятиям, изучение литературы, проработка лекционного материала /Ср/	8	10	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			

2.8	Контрольная работа 2 /Пр/	8	0,25	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2		КМ3	
	Раздел 3. Аффинажные и разделительные процессы в технологии U и РЗМ							
3.1	Экстракционные аффинажные операции для получения соединений урана ядерной степени чистоты /Лек/	8	4	ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			
3.2	Разделительные процессы при получение индивидуальных РЗМ /Лек/	8	4	ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			
3.3	Аффинажные и разделительные процессы в металлургии урана и РЗМ. Расчёт противоточной экстракционной колонны. Расчёт горизонтального экстрактора ящичного типа /Пр/	8	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2			
3.4	Экстракционная очистка урановых концентратов /Лаб/	8	4	ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2			

3.5	Подготовка к практическим занятиям, изучение литературы, проработка лекционного материала, выполнение ДЗ /Ср/	8	17	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			
3.6	Контрольная работа 3 /Пр/	8	0,25	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2		КМ4	
	Раздел 4. Технология получения У и РЗМ							
4.1	Технология получения оксидов, фторидов, хлоридов урана и РЗМ /Лек/	8	4	ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			
4.2	Основы металлургического восстановления высокоактивных металлов; получение урана и РЗМ /Лек/	8	4	ПК-2-31 ПК-2-В1 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			
4.3	Технология получения урана и РЗМ. Пример расчёта- обоснования для выбора восстановителя. Приём ДЗ /Пр/	8	7	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2			

4.4	Моделирование процесса металлотермического получения высокоактивных редких металлов на ЭВМ /Лаб/	8	6	ПК-2-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2			
4.5	Подготовка к практическим занятиям, изучение литературы, проработка лекционного материала, подготовка к итоговому контрольному мероприятию /Ср/	8	10	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			
4.6	Контрольная работа 4 /Пр/	8	0,25	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2		КМ5	
4.7	Домашнее задание 1 /Ср/	8	4	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			Р2

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	зачёт с оценкой	ПК-2-У1;ПК-2-31;ПК-3-31;ПК-3-В1	<ol style="list-style-type: none"> Предложите способы предварительной подготовки руд (в т.ч. урановых), перечислите цели, достигаемые при этом. Предложите способы интенсификации процессов вскрытия урановых руд Для чего вводится окислитель при вскрытии первичных урановых руд; предложите способы снижения расхода окислителя (например, MnO₂) или вообще возможность отказа от использования пиролюзита. Укажите основные признаки, которые влияют на выбор кислотного или карбонатного способа вскрытия; отчего зависит расход реагентов; как влияет наличие в руде сульфидных минералов на этот показатель. В цепочке аппаратов кислотного вскрытия прибор показал окислительно-восстановительный потенциал пульпы 0.25 вольт;

		<p>оцените создавшееся положение и дайте указание аппаратчику</p> <p>6. При карбонатном способе вскрытия резко упало извлечение урана; выяснилось, что в содовую пульпу не добавили бикарбонат-ион; Ваши действия и объяснения создавшегося положения</p> <p>7. На примере монацита расскажите о способе вскрытия сульфатизацией</p> <p>8. Определите какова лимитирующая стадия щелочного вскрытия монацитовых концентратов; предложите способы интенсификации процесса</p> <p>9. Как решаются вопросы комплексного использования апатитового сырья при сернокислотном и азотнокислом вскрытии апатитовых к-тов</p> <p>Дайте технико-экономическое сравнение сульфатного и щелочного способов вскрытия монацитовых к-тов</p> <p>10. Почему при сульфатном вскрытии фосфатного РЗМ сырья используется значительный избыток серной кислоты, какие при этом трудности ожидают технолога при переработке продуктов вскрытия</p> <p>11. Сложные Ti-Ta-Nb редких земель - какие задачи стоят перед технологами при реализации процессов их вскрытия</p> <p>12. Охарактеризуйте способ вскрытия хлорированием: ф/х основы, положительные и отрицательные моменты, экология</p> <p>13. Форма нахождения ионов урана в сернокислотных и карбонатных средах; в каком виде при этом находятся основные примеси</p> <p>14. Основной критерий выбора ионообменного или экстракционного способов обработки кислых или карбонатных урановых пульп</p> <p>15. Применение катионитов при обработке урановых пульп - химизм, поведение примесей</p> <p>16. Применение анионитов при обработке урановых пульп - химизм, поведение примесей</p> <p>17. В чем преимущество твердофазной десорбции, как при этом осуществить аппаратурное оформление</p> <p>18. Применение алкилфосфатов в процессах экстракционного выделения урана из растворов</p> <p>19. Применение алкиламинов в процессах экстракционного выделения урана из растворов</p> <p>20. При сернокислотном вскрытии монацитовых концентратов получен раствор, содержащий ионы Ln^{+3}, SO_4^{2-} и PO_4^{3-}; предложите схему, позволяющую удалить ион PO_4^{3-}, возможность его утилизации</p> <p>21. В Вашем распоряжении имеется плав после хлорирования лопаритового концентрата, предложите схему переработки плава</p> <p>22. Предложите схему разделения тория и РЗМ с использованием различия в основности</p> <p>23. Предложите схему разделения тория и РЗМ с использованием щавелевой кислоты.</p> <p>24. Составьте схему разделения тория и РЗМ с использованием катионитов</p> <p>25. Получен раствор уранилнитрата с аффинажных каскадов, предложите схему получения UF_4, докажите преимущества выбранного способа: технологичность, поведение примесей, ф/х свойства продукта, проведите сравнение способов.</p> <p>26. Вы начальник отделения кальциетермического получения урана из UF_4. Участок переводится на магниетермический процесс, определите какое оборудование можно оставить, какое надо заменить, как изменятся технологические показатели.</p> <p>27. Дано задание подготовить производство металлического европия; дайте ф/х и т/д обоснование схемы: выбор исходного соединения, металла восстановителя, аппаратурное оформление; предложите способ переработки шлаков.</p> <p>28. Вам надо задание организовать производство UO_2 естественного обогащения: дайте т/д и технологическое обоснование условий восстановления высших оксидов; сделайте заказ на оборудование, составьте аппаратурно-технологическую схему.</p> <p>29. Необходимо организовать экстракционный аффинаж урана;</p>
--	--	---

			<p>обоснуйте требования к чистоте, выберите исходные продукты, экстрагенты, аппаратное оформление. Дайте основные технологические показатели.</p> <p>30. Раскройте связь т/д и ф/х условий высокотемпературного гидрофторирования UO_2, предложите аппаратное оформление процесса.</p> <p>31. Экстракционное разделение РЗМ, каскады, графический и аналитический способы расчета ступеней экстракции, формула Кремсера</p> <p>32. Изменение механизма экстракции в зависимости от условий проведения процессов при использовании нейтральных экстрагентов при разделении РЗМ (НФОС).</p> <p>33. Изменение механизма экстракции в зависимости от условий проведения процессов при использовании органических фосфорных кислот при разделении РЗМ (ФОК).</p> <p>34. Изменение механизма экстракции в зависимости от условий проведения процессов при использовании аминов при разделении РЗМ.</p> <p>35. Спроектируйте отделение получения фторидов U, РЗМ осаждением из растворов, дайте технологический регламент, заказ на оборудование, приведите основные преимущества мокрого способа.</p> <p>36. Обоснуйте наиболее приемлемый способ получения высокоактивных металлов (например, урана) с точки зрения т/д, выбора исходного соединения, металла-восстановителя, предложите аппарат восстановления</p> <p>37. С разделительных каскадов получен раствор нитратов легких РЗМ, предложите технологическую схему производства безводных хлоридов для получения мишметалла, докажите преимущества Вашего способа перед другими, используемыми в промышленности.</p> <p>38. Предложите соединения, из которых можно получать оксиды урана, дайте общую схему их получения, место оксидов в технологии урана.</p> <p>39. Предложите соединения, из которых можно получать оксиды РЗМ, дайте общую схему их получения, место оксидов в технологии РЗМ.</p> <p>40. Ваше отделение получает ЛРЗМ по способу металлотермии хлоридов; дайте Ваши предложения по переводу отделения на способ электролитического получения этих металлов, как изменится аппаратное оформление процесса</p>
КМ2	Контрольная работа 1	ПК-2-У1; ПК-3-У1	<p>1.1 Какое свойство урана позволяет применять его в атомной энергетике?</p> <p>1 высокая температура плавления</p> <p>2 низкое значение сечения захвата тепловых нейтронов</p> <p>3 содержит изотоп ^{235}U</p> <p>1.2 Какие минералы урана имеют промышленное значение?</p> <p>1 бадделит</p> <p>2 коффинит</p> <p>3 настуран</p> <p>1.3 Какова средняя доля использования атомной энергии в энергетических ресурсах мира</p> <p>1 7%</p> <p>2 17%</p> <p>3 50%</p> <p>1.4 Назовите три делящихся изотопа</p> <p>1 уран ^{235}U, уран ^{233}U, плутоний ^{239}Pu</p> <p>2 церий ^{140}Ce, прометий ^{147}Pm, лютеций ^{175}Lu</p> <p>3 титан 48, ванадий 51, рубидий 85</p> <p>1.5 Какой изотоп наиболее востребован в настоящее время</p> <p>1 уран ^{235}U</p> <p>2 уран ^{233}U</p> <p>3 плутоний ^{239}Pu</p>

КМ3	Контрольная работа 2	ПК-2-У1;ПК-3-У1	<p>2.1 Как выбрать способ вскрытия урановой руды исходя из минералогического состава</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 карбонаты 2 оксиды 3 сульфаты <p>2.2 Какой вид обогащения урановой руды принят в технологии</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 флотация 2 гравитация 3 радиометрия <p>2.3 Какая кислота применяется для вскрытия урановых руд</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 H₂SO₄ 2 HF 3 HI <p>2.4 Выберите наиболее распространенный окислитель при кислотном вскрытии урановых руд</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 H₂SO₄ 2 пиролюзит 3 перекись водорода <p>2.5 Выберите наиболее распространенный окислитель при щелочном вскрытии урановых руд</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 кислород 2 аммиак 3 медноаммиачный комплекс
КМ4	Контрольная работа 3	ПК-2-У1;ПК-2-31	<p>3.1 Назовите наиболее распространенный минерал РЗМ из группы карбонатов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 кальцит 2 магнезит 3 бастнезит <p>3.2 Назовите наиболее распространенный минерал РЗМ из группы фосфатов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 монацит 2 ксенотим 3 фосфориты <p>3.3 Назовите наиболее распространенный минерал РЗМ из группы сложных оксидов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 сфен 2 перовскит 3 лопарит <p>3.4 Выберите кислоту для вскрытия монацита</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 H₂SO₄ 2 HF 3 HI <p>3.5 Какое соединение добавляется при вскрытии для удаления радиоактивности</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 KCl 2 CaCl₂ 3 BaCl₂

KM5	Контрольная работа 4	ПК-2-У1;ПК-2-31	1.1	Какое содержание урана в технологических пульпах
			1	100 г/л
			2	1 г/л
			3	0,01 г/л
			1.2	При каком рН сорбируется уран на катионите СГ-1
			1	10-12
			2	3-4
			3	0,1-0,5
			1.3	Выберите экстрагент для выделения урана из технологических растворов
			1	трибутилфосфат
			2	Д2ЭГФК
			3	CCl4
			1.4	Какие амины лучше всего экстрагируют уран
			1	первичные
			2	вторичные
3	третичные			
1.5	Каковы коэффициенты распределения для урана при использовании ФОК			
1	100			
2	500			
3	больше 1000			

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
P1	Реферат по теме "Способы переработки исходного сырья производства РиРЗМ (с указанием конечного продукта - Me)", где Me - металл из группы РА или РЗМ	ПК-2-У1;ПК-2-31;ПК-3-В1;ПК-3-У1	Описание истории открытия, применения, существующих технологий, в т.ч. зарубежных, перечисление основных химических реакций, применяемых реагентов, описание технологических схем и основного и вспомогательного оборудования при производстве заданного в теме РА и РЗМ.
P2	Домашнее задание на тему "Выбор и расчёт технологической схемы переработки А концентрата состава В с целью комплексного извлечения ценных компонентов", где А - монацитового, лопаритового, лейкоксенового, перовскитового; В - состав исходного концентрата.	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Выбор и обоснование технологической схемы переработки сырья, расчёт материального баланса технологической схемы по ценному (ценным) компонентам. Вывод об извлечении и экономическая оценка сделанного расчёта.
P3	Лабораторная работа 1	ПК-2-В1;ПК-2-У1	Щелочное разложение монацитового концентрата. Изучение процесса, установление зависимостей, формулирование выводов по поставленной цели ЛР
P4	Лабораторная работа 2	ПК-2-У1;ПК-2-В1	Получение полирующих порошков (полиритов) на основе РЗМ. Изучение процесса, установление зависимостей, формулирование выводов по поставленной цели ЛР
P5	Лабораторная работа 3	ПК-2-У1;ПК-2-В1	Исследование экстракции неодима трибутилфосфатом в режиме противотока. Изучение процесса, установление зависимостей, формулирование выводов по поставленной цели ЛР

P6	Лабораторная работа 4	ПК-2-У1;ПК-2-В1	Исследование осадительных процессов выделения РЗМ на примере церия. Изучение процесса, установление зависимостей, формулирование выводов по поставленной цели ЛР
P7	Лабораторная работа 5	ПК-2-У1;ПК-2-В1	Экстракционная очистка урановых концентратов. Изучение процесса, установление зависимостей, формулирование выводов по поставленной цели ЛР
P8	Лабораторная работа 6	ПК-2-У1;ПК-2-В1	Моделирование процесса металлургического получения высокоактивных редких металлов на ЭВМ. Изучение процесса, установление зависимостей, формулирование выводов по поставленной цели ЛР
P9	Практическая работа 1	ПК-2-У1;ПК-3-В1	Классификация цветных металлов. Сырье техногенного характера. Оборот ядерных материалов.
P10	Практическая работа 2	ПК-2-31;ПК-2-У1	Требования безопасности при обращении с рудами, концентратами редкоземельных и радиоактивных редких металлов и продуктами их технологической переработки (в т.ч. отходами). Обращение с высокоактивными отходами. Хранение и переработка ториевого промпродукта
P11	Самостоятельная работа 1	ПК-2-31;ПК-2-У1	Подготовка к практическим занятиям, изучение литературы, проработка лекционного материала
P12	Практическая работа 3	ПК-2-31;ПК-2-У1	Технологические расчеты в металлургии. Расчёт рационального состава сырья для производства урана и РЗМ. Примерный расчёт. Выдача ДЗ.
P13	Практическая работа 4	ПК-2-31;ПК-2-У1	Способы выделения урана и РЗМ из растворов и пульп и переработка полученных продуктов. Расчёт каскада сорбции.
P14	Самостоятельная работа 2	ПК-2-31;ПК-2-У1	Подготовка к практическим занятиям, изучение литературы, проработка лекционного материала
P15	Практическая работа 5	ПК-2-31;ПК-2-У1	Аффинажные и разделительные процессы в металлургии урана и РЗМ. Расчёт противоточной экстракционной колонны. Расчёт горизонтального экстрактора ящичного типа.
P16	Самостоятельная работа 3	ПК-2-31;ПК-2-У1	Подготовка к практическим занятиям, изучение литературы, проработка лекционного материала, выполнение ДЗ
P17	Практическая работа 6	ПК-2-31;ПК-2-У1	Технология получения урана и РЗМ. Пример расчёта- обоснования для выбора восстановителя. Приём ДЗ
P18	Самостоятельная работа 4	ПК-2-31;ПК-2-У1	Подготовка к практическим занятиям, изучение литературы, проработка лекционного материала, подготовка к экзамену
P19	Самостоятельная работа 5	ПК-2-31;ПК-2-У1	Домашнее задание 1

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

По дисциплине предусмотрен зачёт с оценкой

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

Оценивание проводится на основании итогов текущего контроля при учёте выполнения обучающимся заданий и контрольных мероприятий, соответствующих учебному графику по дисциплине.

Текущий контроль проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

ФОС текущего контроля по дисциплине состоит из вопросов и заданий, составленных с учетом показателей оценивания компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины. Результаты текущей аттестации обучающихся учитываются при выставлении оценки по промежуточной аттестации в случае полного выполнения обучающимися установленного учебного графика.

Баллы, набранные студентами по каждой форме текущего контроля, определяют оценку по дисциплине в соответствии с таблицей 2. В таблице max – максимальное суммарное число баллов по всем формам контроля, например, при пятибалльной системе оценок для каждой формы контроля max рассчитывается по формуле $max = N \cdot 5$ (N – число форм контроля); B – сумма набранных баллов по всем формам контроля при условии отсутствия неудовлетворительных оценок.

Таблица 2

Общая оценка

Отлично (5) более 85%

Хорошо (4) от 71 % до 85 %

Удовлетворительно (3) от 60 % до 70 %

Неудовлетворительно (2) менее 60%

(имеют неудовлетворительные оценки по одной или нескольким формам контроля)

Оценивание с использованием тестирования проводится по балльной системе. Общее количество вопросов принимается за 100 %, оценка выставляется по значению соотношения правильных ответов к общему количеству вопросов в процентах.

Таблица 3

Оценка Процент правильных ответов

Отлично (5) Св. 85% до 100 %

Хорошо (4) Св. 70 % до 85 %

Удовлетворительно (3) Св. 50 % до 70 %

Неудовлетворительно (2) Менее 50 %

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Галкин Н. П.	Химия и технология фтористых соединений урана: монография	Электронная библиотека	Москва: Госатомиздат, 1961
Л1.2	Волкович В. А., Смирнов А. Л.	Металлургия урана и технология его соединений: курс лекций: курс лекций	Электронная библиотека	Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014
Л1.3	Коровин С. С., Зимина Г. В., Резник А. М., др.	Редкие и рассеянные элементы: Химия и технология	Электронная библиотека	, 1996
Л1.4	Коровин С. С., Дробот Д. В., Федоров П. И.	Редкие и рассеянные элементы: Химия и технология	Библиотека МИСиС	, 1999

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Кулифеев Владимир Константинович, Тарасов Вадим Петрович, Кропачев Андрей Николаевич, Миклушевский Владимир Владимирович	Комплексное использование сырья и отходов. Переработка техногенных отходов: курс лекций	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2009

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.2	Кулифеев Владимир Константинович, Леонова Людмила Михайловна, Божко Галина Геннадьевна, Кропачев Андрей Николаевич, Миклушевский Владимир Владимирович	Металлургия редких металлов: лаб. практикум для студ. вузов спец. - Metallurgy цветных металлов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2008
Л2.3	Кулифеев Владимир Константинович, Миклушевский Владимир Владимирович, Подрезов Сергей Владимирович, Кропачев Андрей Николаевич, Стрижко Владимир Семенович	Разработка строительной части при проектировании цехов редкометальной промышленности с использованием системы автоматизированного выполнения курсовых и дипломных проектов: учебно-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2006
Л2.4	Медведев А. С.	Выщелачивание и способы его интенсификации	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2005
Л2.5	Кулифеев Владимир Константинович, Тарасов Вадим Петрович, Кропачев Андрей Николаевич	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов. Физико-химические основы и технология получения редких, редкоземельных и радиоактивных металлов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Metallurgy	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л2.6	Богатырева Елена Владимировна, Соколов В. А., Стрижко Леонид Семенович, др.	Инженерные расчеты в металлургии: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л2.7	Кулифеев В. К., Кропачев А. Н.	Кальций: монография	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2015
Л2.8	Кропачев Андрей Николаевич, Будин О. Н., Черепов В. В., Кулифеев Владимир Константинович	Металлургия редкоземельных и радиоактивных редких металлов (N 3707): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019
Л2.9	Медведев Александр Сергеевич, Александров Павел Владимирович	Современные методы и оборудование металлургии и материаловедения. Оборудование гидрометаллургических процессов (N 2929): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2016
Л2.10	Богатырева Елена Владимировна	Технологические расчеты в металлургии цветных металлов (N 2933): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2017
Л2.11	Богатырева Е. В.	Эффективность применения механоактивации: монография	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2017

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Богатырева Елена Владимировна, Медведев Александр Сергеевич	Теория гидрометаллургических процессов редких и радиоактивных металлов: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009
ЛЗ.2	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

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	www.elibrary.ru
Э2	Государственная публичная научно-техническая библиотека	www.gpntb.ru
Э3	Федеральный портал «Российское образование»	http://www.edu.ru
Э4	ЭОР «Canvas»	https://lms.misis.ru/
Э5	Электронная библиотека МИСиС, в т.ч. доступ к иностранной периодике Elsevier, Reuters (WoS, Scopus) по подписке ВУЗа	http://lib.misis.ru/elbib.htm
Э6	Портал национальной геологической службы США	https://USGS.com
Э7	Портал ГК Росатом	https://rosatom.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	ESET NOD32 Antivirus
П.3	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.4	Therm_DZ
П.5	Microsoft Office
П.6	LMS Canvas
П.7	MS Teams
П.8	Консультант Плюс
П.9	Garant.ru
П.10	MATLAB
П.11	MATCAD
П.12	ThermoCalc

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
К-206	Учебная аудитория	проектор с экраном; сушильная установка SNOL; печь трубчатая CABROLITE - 2шт.; печь муфельная ПТ200 - 2шт.; дистиллятор GFL; мешалка лабораторная ИКА EUROSTAR 20; весы AND GH-200; дистиллятор GFL
К-202	Лаборатория	доска, комплект учебной мебели, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, лабораторное оборудование

К-211	Аудитория для самостоятельной работы	14 рабочих мест, персональный ЭВМ, подключенных к корпоративной сети НИТУ «МИСиС», сетевой принтер, столы, стулья
-------	--------------------------------------	---

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях, оборудованных компьютерами, электронными проекторами и интерактивными досками, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий. Занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint. Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе, с предустановленным необходимым программным обеспечением и специализированной лаборатории гидро- и пирометаллургических процессов.

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации

Для изучения дисциплины в библиотеке вуза должна быть в наличии обязательная и дополнительная учебная литература по рекомендации кафедры.