

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке и инновациям
РХТУ им. Д.И. Менделеева



Е.В. Хайдуков

август 20 *25* г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Практики по получению профессиональных умений
и опыта профессиональной деятельности
(вид практики определяется индивидуальным планом)

Шифр и наименование области науки: 2. Технические науки

Шифр и наименование группы научных специальностей:
2.6. Химические технологии, науки о материалах, металлургия

Шифр и наименование научной специальности: 2.6.8. Технология редких,
рассеянных и радиоактивных элементов

Москва 2025 г.

Рабочая программа составлена к.х.н., доцентом кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе А.В. Бояринцевым.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на расширенном заседании кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе и кафедры химии высоких энергий и радиоэкологии 19 июня 2025 г., протокол № 1.

Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» разработана в соответствии с федеральными государственными требованиями, утвержденными Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

Цель дисциплины «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» - углубление и формирование личностных и профессиональных компетенций в области технологии в области технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Задачами дисциплины «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» являются:

- ознакомление с путями совершенствования технологических процессов, путями обеспечения комплексности и глубины переработки минеральных и техногенных источников редких, рассеянных и радиоактивных металлов;
- обогащение знаний аспирантов о механизмах процессов, направленных на выделение, очистку, получение индивидуальных соединений и концентратов редких, рассеянных и радиоактивных элементов;
- обучение принципам исследования процессов выделения, очистки и получения чистых соединений редких, рассеянных и радиоактивных элементов;
- развитие знаний аспирантов в области технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов при решении производственных задач.

Разделы рабочей программы

1. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры.
2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (при наличии).
3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с формируемыми компетенциями
4. Форма обучения.
5. Язык обучения.
6. Содержание дисциплины.
7. Объем дисциплины.
8. Структурированное по разделам содержание дисциплины с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.
9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.

10. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине.
11. Шкала оценивания.
12. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.
13. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.
14. Учебно-методическое обеспечение дисциплины
15. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

1. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» относится к образовательному компоненту ОК (ОК.03) по научной специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Дисциплина «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» реализуется в третьем семестре обучения в аспирантуре.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия

Программа дисциплины «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» предполагает, что аспиранты имеют теоретическую и практическую подготовку в области химии и технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с формируемыми компетенциями

Дисциплина направлена на расширение и(или) углубление личностных компетенций, а также на формирование профессиональных компетенций:

Формируемые компетенции (код компетенции, формулировка)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ЛК-1. Способен к оценке современных научных достижений, самостоятельному проведению	ЛК-1. 2. Использует современные научные достижения, анализирует перспективные направления работ

научно-исследовательской работы и получению научных результатов	ЛК-1. 4 Проводит анализ научно-технической литературы
ЛК-2. Способен определять нестандартные решения научно-исследовательских задач в заданных условиях	ЛК-2.2. Критически анализирует предложенные модели решения исследовательских задач
ЛК-3. Способен определять и транслировать профессиональное мнение на основе системы логических аргументов	ЛК-3.5. Использует методологию проведения анализа, обобщения и публичного представления результатов выполненных научных исследований
ЛК-4. Способен к взаимодействию в команде при организации и реализации научных исследований	ЛК-4.4. Понимает речь на слух, дает компетентные советы в своей профессиональной области
ЛК-5. Способен разрабатывать, реализовывать и управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, предусматривать и учитывать проблемные ситуации и риски проекта	ЛК-5.2. Выполняет запланированную последовательность действий для достижения результатов проекта ЛК-5.4. Организует проведение экспериментов и испытаний, проводит их обработку и анализирует результаты эксперимента
ПК-1. Способен определять методологию исследования, составлять план работы, демонстрировать системное понимание области исследований и предлагать методы (в том числе, нестандартные) решения поставленных задач	ПК-1.3. Использует разработанные методы и подходы для решения возникающих задач в ходе профессиональной деятельности по мере необходимости
ПК-2. Способен проводить экспериментальные и расчетно-теоретические исследования и (или) осуществлять разработки с получением научного и (или) научно-практического результата, оценивать достоверность и значимость результатов научных исследований	ПК-2.3. Использует стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции ПК-2.6. Использует методы расчета необходимых параметров в области технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов

4. Форма обучения: очная с применением дистанционных образовательных технологий

5. Язык обучения: русский

6. Содержание дисциплины:

Модуль 1. Введение. Цели и задачи курса. Исторические истоки, виды металлургии (пиро-, гидро-, сольвометаллургия).

Исторические истоки, виды металлургии (пиро-, гидро-, сольвометаллургия). Самородные металлы. Тенденции изменения количества и качества руд.

Этапы развития химии, возникновение названия, роль алхимического этапа. Лежащие в основе химии практические знания. Металлургия. Определение. Самородные металлы, пиро-, гидро- и сольвометаллургия. Тенденции изменения количества и качества руд. Геохимическое и технологическое понятие «редкий элемент». Развитие металлургии и ее научного сопровождения в России и СССР. Вклад российских и советских ученых в развитие металлургии. Формулирование концепции металлургического процесса, иерархия целей, технологическая схема и схема по цели аппаратов.

Модуль 2. Редкие элементы в современной энергетике.

Ядерная энергетика, ее сырьевое обеспечение. Мировое энергопотребление, основные тенденции производства и потребления энергии. Мировой энергетический кризис – Война Судного Дня 1973 г. Структура мировых запасов электроносителей. Энергосодержание различных видов топлива. Ядерный и тепловой топливные циклы. Экологические проблемы энергетики. Открытый и замкнутый ядерный топливный цикл. Альтернативные источники энергии. Тенденции развития ядерной и термоядерной энергетики.

Модуль 3. Минералы и руды редких металлов и методы их обогащения.

Земная кора - понятие. Основные породообразующие минералы земной коры - по происхождению, по химическому составу. Геотермальный эквивалент, изменение давления. Метаморфизм. Общие закономерности распространенности элементов в земной коре. Понятие-месторождение, руда, пустая порода. Коэффициент обогащения месторождения. Примеры образования месторождений редких элементов, миграция. Россыпные месторождения.

Минерал. Отличительные признаки (удельный вес, твердость, цвет). Шкала Мооса. Законы изоморфного замещения. Основные минералы Li, Be, РЗЭ, Zr и Hf, Nb и Ta, Mo, W, U, Th, Re. Возможности расширения запасов редких металлов. Железо-марганцевые концентраты, море, совершенствование технологии, геотехнология. Драгоценные разновидности редких металлов.

Измельчение. Понятие. Дробление и размол. Питание, продукт. Ситовой анализ. Определение необходимого размера конечных частиц. Влияние факторов бедность руды и размеры вкраплений (зерен) ценного минерала на конечный

размер частиц. Типы воздействия при измельчении. Свойства руды, влияющие на процесс измельчения (крупность, пластичность). Связь свойств минерала с выбором предпочтительного способа измельчения.

Машины для измельчения, их характеристики щековые и конусные дробилки. Валковые дробилки, молотковые (разных типов). Дезинтеграторы. Тонкое измельчение: шаровые мельницы, бегуны, роликовые мельницы, струйные мельницы. Вибро (коллоидные) мельницы. Степень измельчения. Классификация измельченных частиц. Отстойный газоход, циклон, вращающиеся барабаны, спиральный классификатор. Схемы измельчения.

Обогащение. В разделении частиц ценного минерала и пустой породы. Задачи, решаемы процессом обогащения. Обогащение на основе разницы плотностей (гравитационное). Отсадочная с применением дистанционных образовательных технологий машина, обогащение на шлюзах, спиральные желоба, концентрационные столы. Обогащение в тяжелых суспензиях. Магнитное обогащение. Роль примесей железа. Магнитит. Электростатическое обогащение. Частицы, проводящие и не проводящие электричество. Флотация. Коллекторы, вспениватели, активаторы, подаватели, регуляторы. Химическое обогащение (ильменит, обезжелезненный циркон). Обогащение по твердости. Декрипитация. Комплексные схемы обогащения. Обогащение россыпей.

Применение лития. Щелочные аккумуляторы, глазури, эмали, антиобледенители, легкие (авиационные) сплавы. Свойства изотопов лития и получение трития. Литий как металлический теплоноситель ядерного реактора.

Бериллий. Бериллиевые бронзы. Отражатель нейтронов.

Р.З.М. - сплавы, легирование чугуна, окраска стекол, полирующие смеси, поглотители нейтронов (поглощающие и регулирующие стержни), имитация плутония, катализаторы, сверхпроводники.

Ti, Zr, Hf - антикоррозионные покрытия, конструкционные материалы, сплавы, твэльные трубки ядерных реакторов на медленных нейтронах, поглотители нейтронов, дубление кожи, полировка стекол.

Nb, Ta – сплавы различного назначения, компонент конструкционных материалов ядерных реакторов на медленных нейтронах.

Mo, W – сплавы, антикоррозионные покрытия.

U – ядерное топливо.

Re – сплавы (суперсплавы), контакты, покрытия.

Модуль 4. Переработка рудных концентратов.

Активация концентратов редких металлов – перевод в более реакционноспособную форму. Высокотемпературные методы вскрытия: термическое активирование (обжиг, окислительный обжиг, нагрев с последующей закалкой); спекание концентратов минералов с различными соединениями, химические реакции. Шихта. Особенности твердофазной

реакции. Отличие спекания от сплавления. Сульфатизация концентрированной серной кислотой. Методы вскрытия концентрированным раствором щелочи. Пульпа. Топохимические реакции. Общие недостатки высокотемпературных методов вскрытия.

Отличие процессов выщелачивания от растворения. Роль химической реакции и термодинамическая оценка вероятности ее протекания. Кинетика выщелачивания. Пути ее интенсификации. Организация процесса выщелачивания. Выщелачивание агитационное и перколяционное. Перколяционное выщелачивание в аппаратах и кучное. Перколяционное выщелачивание с кислотным замесом. Подземное выщелачивание: условия его возможности, плюсы и минусы. Принципиальная схема обычного процесса выщелачивания. Выщелачивающие реагенты. Пересчет концентраций растворенного вещества, выраженных различными способами. Сравнение кислотного и карбонатного выщелачивания урановых руд. Общий недостаток методов выщелачивания концентратов редких металлов – присутствие воды в системе и, как следствие, попадание кислорода в финальный продукт, снижающий пластичность металла.

«Сухие» методы вскрытия. Хлорирование концентратов. Термодинамика процесса в отсутствие и в присутствии углерода. Температуры кипения (или возгонки) хлоридов редких металлов. Условия проведения процесса. Разделение летучих продуктов при конденсации. Очистка летучих продуктов от «вульгарных» примесей. Разделение хлоридов близких по свойствам элементов – пары Ta-Nb и пары Zr-Hf. Достоинства и недостатки метода хлорирования. Фторирование. Физико-химические свойства некоторых фторидов. Фториды урана.

Модуль 5. Технология извлечения редких элементов методом жидкостной экстракции.

Жидкостная экстракция в технологии редких металлов как метод концентрирования и разделения близких по свойствам элементов. Классификация экстрагентов, применяемых в этом процессе. Нейтральные экстрагенты. Экстракция минеральных кислот и металлов нейтральными экстрагентами. Экстрагенты кислотного типа. Хелатирующие реагенты. Экстрагенты – основания. Алкиламины и четвертичные аммониевые основания. Соли этих соединений. Экстракция кислот и металлов основными экстрагентами. Экстракция смесями экстрагентов. Синергетный и антагонистический эффекты. Влияние строения экстрагентов на их экстракционную способность. Экстракционное равновесие. Правило фаз. Изотерма экстракции. Коэффициент распределения. Закон действующих масс применительно к процессам экстракции. Константы равновесия: термодинамическая, эффективная и концентрационная. Высаливание при

экстракции. Кинетика экстракции. Двухплечная с применением дистанционных образовательных технологий модель массопередачи, ее плюсы и минусы. Коэффициент массоотдачи и коэффициент массопередачи. Возможность определения коэффициента массопередачи экспериментальным способом. Состояние границы раздела фаз. Процессы, происходящие на границе раздела фаз. Причины образования структурно-механического барьера. Требования, предъявляемые к экстрагенту при использовании процесса экстракции в промышленном масштабе. Селективность процесса экстракции. Коэффициент разделения. Факторы, влияющие на коэффициент разделения. Разбавители, их роль в экстракционном процессе. Требования, предъявляемые к разбавителю.

Модуль 6. Технология извлечения редких элементов методом ионного обмена.

Сорбционные процессы в технологии редких металлов. Неорганические и органические иониты. Синтетические иониты. Катиониты и аниониты. Матрица и ионогенные группы. Природа матрицы и типы ионогенных групп. Противоионы и коионы. Макропористые и гелевые иониты. Классификация ионитов по Никольскому Б.П. (по степени диссоциации ионогенных групп). Примеры наиболее известных синтетических сорбентов. Набухание сорбентов. Причины этого явления и величина набухания. Депрессоры. Равновесие ионного обмена для однозарядных и разнозарядных обменивающихся ионов. Реакции обмена. Селективность ионита, коэффициент избирательности. Коэффициент равновесия. Изотермы ионного обмена. Изотермы Ленгмюра, Фрейдлиха. Закон Генри. Выражение ионообменного равновесия через эквивалентные доли. Кинетика ионного обмена. Отличие ионообмена в сорбенте от экстракционного ионообмена. Модель пленки, предложенная Нернстом. Пленочная с применением дистанционных образовательных технологий диффузия. Внутренняя диффузия. Определение лимитирующей стадии. Обменная емкость как основное свойство ионита. 3 вида обменной емкости (полная, статическая и динамическая). Отличие статических условий сорбции от динамических. Пробоковая концентрация. Выходная кривая сорбции и определение динамической обменной емкости. Динамика сорбции ионов в колонках. Формирование работающего слоя. Время защитного действия колонки. Уравнение Шилова.

Ионообменная хроматография. Фронтальный анализ. Элюентная хроматография. Вытеснительная хроматография. Ионообменная сорбция в технологии урана для извлечения из слабо концентрированных растворов. Создание непрерывного сорбционно-десорбционного цикла. Колонны для непрерывной сорбции из пульп. Сравнение процессов сорбции урана на катионитах и анионитах. Разделение РЗЭ методом ионообменной хроматографии

с применением комплексообразователей. Наиболее часто используемые комплексообразователи и прочность образуемых ими с РЗЭ комплексов.

Ионы- замедлители (Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}). Механизм их действия. Принципиальная схема комплексной переработки группового концентрата РЗЭ.

Знакомство с находящимися в эксплуатации технологическими схемами. Переработка сподумена сернокислотным способом и спеканием с сульфатом калия. Переработка монацита сернокислотным способом с разделением тория и РЗЭ; и переработки сплавлением с едким натром. Вскрытие танталита колумбита двумя вариантами; сплавлением с КЩН и NaOH. Вскрытие циркона спеканием с известью и спеканием с K_2SiF_6 . Вскрытие берилла спеканием с Na_2SiF_6 . Экстракционного извлечения урана из фосфорной кислоты. Экстракционного разделения урана и ванадия при переработке карнотитовых руд. Экстракционного разделения роданидов циркония и гафния метил изобутилкетонем. Экстракционного разделения нитратов циркония и гафния трибутилфосфатом.

Модуль 7. Производство и рафинирование металлов и сплавов, производство изделий из них.

Определение терминов: осаждение, кристаллизация. Явление пересыщения. Абсолютное пересыщение, относительное пересыщение, степень пересыщения. Абсолютное переохлаждение, относительное переохлаждение, степень (коэффициент) переохлаждения.

Пересыщение при осаждении. Природа осадителей. Факторы, влияющие на растворимость. «Старение» осадков. Оловые и оксомостики. Соосаждение примесей. Изоморфное замещение, адсорбция поверхностью, окклюзия. Устойчивость пересыщенных растворов, свойства соединений, влияющие на устойчивость их пересыщенных растворов. Зависимость растворимости от размера частиц. Термодинамика образования зародышей, критический размер зародышей. Характеристики процесса соосаждения (уравнение Дерньера-Хоскинса, Хлопина). Эффективный коэффициент захвата примеси.

Понятие «ядерная чистота». Эффективное сечение захвата медленных нейтронов. Элементы, подходящие для использования в качестве конструкционных материалов в ядерном реакторе. Нейтронные яды. Необходимая степень очистки (допустимые содержания). Общий коэффициент нейтронной безопасности.

Способы аффинажной очистки урана. Пероксидная, карбидная очистки, экстракционный аффинаж. Достоинства и недостатки. Иодидное рафинирование циркония. Чистота элемента в истории урана и циркония.

Металлотермия, история открытия. Роль Н.Н. Бекетова. Металлы-восстановители (Ca, Na, Mg). Аппаратурное оформление процесса. Роль вакуума. Термодинамические процессы. ΔG^0 образования оксидов, фторидов и

фторидов металлов. Зависимость ΔG^0 от температуры. Относительность понятий «металл-восстановитель» и «восстанавливаемый металл». Восстановление углеродом. Родство металлотермических и карботермических процессов. Причина неиспользования карботермии в технологии редких металлов. Процессы рафинирования избирательным окислением, хлорированием, фторированием. Разделение добавлением металлов. Температура начала реакции, температура реакции. Возможность расчета. Тепловой баланс плавки, влияние масштаба. Внепечные и печные процессы. Греющие (охлаждающие) добавки. Роль шлака. Разделение губки и продуктов реакции. Роль чистоты металлов – восстановителей и восстанавливаемого соединения. Конкретные примеры металлотермических процессов в технологии редких металлов.

Электролиз. История открытия и изучения электростатических явлений. Возникновение электрического заряда при натирании янтаря. Природные «искры» молнии. Работы У. Гильберта, Стефана Грея, Ш. Дюфе, Отто фон Герике, Питера ван Мушен Брука (1692-1761), Бенжамин Франклина (1706-1790), М.В. Ломоносова (1711-1765), Джозера Пристли (1733-1804), Шерия Кулона (1736-1806), Генри Кавендина (1731-1810). Закон Кулона (Кавендима). Открытие Луиджи Гальвани (1737-1798) и Алессандро Вольты (1745-1827). Вольтов столб. Первые опыты применения источника электрического тока. Работы В.В. Петрова, Гемфри Деви. Первые опыты электролиза, электролиз растворов и расплавов.

Электрохимический ряд напряжений, процесс окисления-восстановления в гальваническом элементе. Уравнение Нернста, процесс окисления-восстановления для катионов и анионов. Нормальный электронный потенциал и равновесный потенциал. Отклонение потенциала электрода от нормального в реальных процессах. Напряжение разложения, практическое напряжение на ячейке. Токопотери и их причины. Свойства расплавов солей и металлов, участвующих в процессе электролиза. Практически используемые схемы электролиза.

Порошковая металлургия. Порошки металлов, их свойства, способы приготовления. Прессование, закономерности и применяемые аппараты. Смазка при прессовании, нагревание, способы. Горячее, холодное прессование, отжиг. Использование получаемых паковок, их свойства.

Проблемы переплавки жидких металлов, материал тигля, способы нагрева. Плавка в медноохлаждаемом тигле с расходуемым и нерасходуемым электродами.

Йодидное рафинирование. История, проблемы, роль Ван Аркеля и Де Бура, лабораторные и промышленные аппараты, конструктивные особенности. Процессы, протекающие при йодидном рафинировании. Меры, принимаемые

для обеспечения непрерывного процесса. Транспортные реакции - определение и практическое воплощение.

7. Объем дисциплины

Виды учебной работы	Объем	
	В зач. ед.	В академ. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	8	288
Аудиторные занятия (контактная работа):	2	72
Самостоятельная работа:	5,5	198
Промежуточная аттестация: экзамен	0,5	18

8. Структурированное по разделам содержание дисциплины с указанием отведенного на них количества астрономических часов и виды учебных занятий

Дисциплина «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» проводится в форме лекций и самостоятельной работы обучающихся в объеме 288 академических часов.

№	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, академ. часы					Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Всего часов	Лекции	Научно-практические занятия	Семинары	Самостоятельная работа	
1	Модуль 1 Введение. Цели и задачи курса. Исторические истоки, виды металлургии (пиро-,	13	5	-	-	8	Собеседование, представление реферата по тематике

	гидро-, сольвометаллургия).						курса
2	Модуль 2 Редкие элементы в современной энергетике.	12	4	-	-	8	
3	Модуль 3 Минералы и руды редких металлов и методы их обогащения.	51	13	-	-	38	
3.1	Измельчение. Дробление и размол. Обогащение.	27	20	-	-	7	
3.2	Области применения редких металлов.	24	17	-	-	7	
4	Модуль 4 Переработка рудных концентратов.	48	12	-	-	36	
5	Модуль 5 Технология извлечения редких элементов методом жидкостной экстракции.	50	14	-	-	36	
6	Модуль 6 Технология извлечения редких элементов методом ионного обмена.	50	14	-	-	36	
7	Модуль 7 Производство и рафинирование металлов и сплавов, производство изделий из них.	46	10	-	-	36	
7.1	Понятие «ядерная чистота». Способы аффинажной очистки урана.	23	5	-	-	18	
7.2	Металлотермия. Электролиз. Порошковая металлургия. Йодидное рафинирование.	23	5	-	-	18	

8	Промежуточная аттестация	18	-	-	-	Экзамен в очном или дистанционном формате (путем подготовки письменного ответа)
ИТОГО:		288	72			198

Учебной программой дисциплины «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» предусмотрена самостоятельная работа аспирантов в объеме 198 ак. часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала по разделам курса;

подготовку реферата по тематике курса, ознакомление с литературой в электронно-библиотечных системах, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;

участие в семинарах РХТУ им. Д. И. Менделеева по тематике курса;

подготовку к сдаче экзамена по курсу.

9. Текущий контроль и промежуточная аттестация

Текущий контроль по дисциплине «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» осуществляется в форме собеседования и представления реферата по тематике курса, оценивается аргументированность позиции, широта используемых теоретических знаний.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» проводится в третьем семестре в форме кандидатского экзамена (экзаменационный билет состоит из 2 вопросов, относящихся к различным разделам дисциплины).

Результаты сдачи экзамена оцениваются по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Дисциплина считается освоенной, если обучающийся получил оценку «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».

10. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

Требования к структуре и содержанию фонда оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, представлены в таблице

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Оценочные средства текущего контроля		
Собеседование	Средство контроля, организованное в форме собеседования по тематике изучаемой дисциплины, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по всем изученным разделам, темам; свободного использования терминологии для аргументированного выражения собственной позиции.	Вопросы в свободной форме по разделам дисциплины
Реферат	Средство контроля, организованное в форме подготовки и представления реферата по тематике изучаемой дисциплины, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по всем изученным разделам, темам; свободного использования терминологии для аргументированного выражения собственной позиции.	Перечень тем рефератов
Оценочные средства промежуточной аттестации		
Экзамен (кандидатский экзамен)	Средство, позволяющее получить экспертную оценку знаний, умений и навыков по дисциплине «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» для оценивания и анализа различных фактов и явлений в своей профессиональной области.	Перечень вопросов для экзамена

11. Шкала оценивания

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
	2	3	4	5
ЛК-1.2. Использует современные научные достижения, анализирует перспективные направления работ	Не использует современны е научные достижения , анализирует перспектив ные направлени я работ	Не систематиче ски использует современны е научные достижения , анализирует перспектив ные направлени я работ	В целом успешно, но не систематически использует современные научные достижения, анализирует перспективные направления работ	Успешно и систематически использует современные научные достижения, анализирует перспективные направления работ
ЛК-1.4. Проводит анализ научно- технической литературы	Не проводит анализ научно- техническо й литературы	Не систематиче ски проводит анализ научно- техническо й литературы	В целом успешно, но не систематически проводит анализ научно- технической литературы	Успешно и систематически проводит анализ научно- технической литературы
ЛК-2.2. Критически анализирует предложенные модели решения исследовательск их задач	Не критически анализирует предложенн ые модели решения исследовате льских задач	Не систематиче ски критически анализирует предложенн ые модели решения исследовате льских задач	В целом успешно, но не систематически критически анализирует предложенные модели решения исследовательск их задач	Успешно и систематически критически анализирует предложенные модели решения исследовательск их задач
ЛК-3. 5	Не	Не	В целом	Успешно и

Использует методологию проведения анализа, обобщения и публичного представления результатов выполненных научных исследований	использует методологию проведения анализа, обобщения и публичного представления результатов выполненных научных исследований	систематически использует методологию проведения анализа, обобщения и публичного представления результатов выполненных научных исследований	успешно, но не использует методологию проведения анализа, обобщения и публичного представления результатов выполненных научных исследований систематически	систематически использует методологию проведения анализа, обобщения и публичного представления результатов выполненных научных исследований
ЛК-5. 2 Выполняет запланированную последовательность действий для достижения результатов проекта	Не выполняет запланированную последовательность действий для достижения результатов проекта	Не систематически выполняет запланированную последовательность действий для достижения результатов проекта	В целом успешно, но не систематически выполняет запланированную последовательность действий для достижения результатов проекта	Успешно и систематически выполняет запланированную последовательность действий для достижения результатов проекта
ЛК-5. 4 Организовывает проведение экспериментов и испытаний, проводит их обработку и анализирует результаты эксперимента	Не организовывает проведение экспериментов и испытаний, проводит их обработку и анализирует	Не систематически организовывает проведение экспериментов и испытаний, проводит их	В целом успешно, но не систематически организовывает проведение экспериментов и испытаний, проводит их обработку и анализирует	Успешно и систематически организовывает проведение экспериментов и испытаний, проводит их обработку и анализирует результаты

	результаты эксперимен та	обработку и анализирует результаты эксперимен та	результаты эксперимента	эксперимента
ПК-1. 3 Использует разработанные методы и подходы для решения возникающих задач в ходе профессиональ ной деятельности по мере необходимости	Не использует разработанные методы и подходы для решения возникающих их задач в ходе профессиональ ной деятельности и по мере необходимости	Не систематически использует разработанные методы и подходы для решения возникающих их задач в ходе профессиональ ной деятельности и по мере необходимости	В целом успешно, но не систематически использует разработанные методы и подходы для решения возникающих задач в ходе профессиональ ной деятельности по мере необходимости	Успешно и систематически использует разработанные методы и подходы для решения возникающих задач в ходе профессиональ ной деятельности по мере необходимости
ПК-2. 3 Использует стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции	Не использует стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции	Не систематически использует стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции	В целом успешно, но не систематически использует стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции	Успешно и систематически использует стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции
ПК-2. 6 Использует	Не использует	Не систематически	В целом успешно, но не	Успешно и систематически

методы расчета необходимых параметров в области технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов	методы расчета необходим ых параметров в области технологии редких, рассеянных и радиоактив ных элементов	ски использует методы расчета необходим ых параметров в области технологии редких, рассеянных и радиоактив ных элементов	систематически использует методы расчета необходимых параметров в области технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов	использует методы расчета необходимых параметров в области технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов
---	---	--	---	---

12. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Темы собеседования

1. Причины возникновения гидрометаллургии.
2. Первый гидрометаллургический процесс промышленного масштаба.
3. Связь между металлургией редких металлов и гидрометаллургией.
4. Геотехнологические приемы разработки полезных ископаемых.
5. Тенденции запасов и качества руд редких металлов.
6. Экстрактивная металлургия.
7. История возникновения металлургии на территории России.
8. Роль М.В. Ломоносова в развитии металлургии.
9. Роль Д.И. Менделеева в развитии учения о редких элементах.
10. Роль Вернадского в развитии технологии редких металлов в России.
11. Причина внимания исследователей к радио.
12. Первые институты, связанные с проблемой редких металлов, образованные после 1917.
13. Начало подготовки специалистов в области редких металлов в России.
14. Цели процессов экстрактивной металлургии.
15. Иерархия целей экстрактивной металлургии.
16. Соотношение между иерархией целей и технологической схемой.
17. Оценка стоимости процесса.
18. Какой вид топлива вносит наибольший вклад в удовлетворение энергетических потребностей мира?

19. Основное противоречие между структурой энергетических ресурсов и структурой энергопотребления.
20. Основной альтернативный источник энергии.
21. Порядок количества ежегодного потребления топлива угольной и ядерной электростанциями мощностью 1 млн. кВт.
22. По какой статье расходов на добычу топлива уран обеспечивает наибольшую относительную выгоду по сравнению с ядерной.
23. Что такое земная кора?
24. Кларк элемента. Виды кларков элементов.
25. Требования к металлу, применяемому в качестве оболочки твэла.
26. Почему именно цирконий применяется в качестве конструкционного материала в реакторах на медленных нейтронах, какие еще металлы слабо поглощают медленные нейтроны и почему они не применяются.
27. Неядерные области применения циркония.
28. Неядерные области применения урана.
29. Литий - основные области применения.
30. Бериллий - основные области применения.
31. Редкоземельные металлы, скандий - основные области применения.
32. Ванадий, ниобий, тантал - основные области применения.
33. Молибден, вольфрам - основные области применения.
34. Рений - основные области применения.
35. Виды окраски минералов.
36. Твердость минералов - шкала Мооса.
37. Горные породы по происхождению.
38. Деление осадочных пород по способу образования.
39. Пример перехода пород: осадочная с применением дистанционных образовательных технологий — метаморфическая.
40. Геотермический градиент.
41. Поверхность Мохоровичича.
42. Основные породообразующие минералы.
43. Законы изоморфного замещения.
44. Гетеровалентный изоморфизм.
45. Примеры наиболее распространенных в Земной коре элементов.
46. Наименее распространенный (стабильный) в земной коре элемент.
47. Общие закономерности распространенности элементов.
48. Процесс образования редкометалльных пегматитов.
49. Коренные (первичные) и вторичные месторождения.
50. Коэффициент концентрирования элемента в месторождении.
51. Понятие «пустая порода».
52. Понятие рассеянный элемент.

53. Особенности геохимии редких элементов.
54. Положение россыпей по отношению к коренному месторождению – название.
55. Что такое резерв (запас) и ресурс.
56. Способы расширения резервов и ресурсов.
57. Отличие комплексной руды от комплексного минерала.
58. Пример комплексной руды.
59. Пример комплексного минерала.
60. Геохимическое и технологическое понятие «редкий элемент».
61. Неядерные области применения циркония.
62. Определение и понятие «пустая порода».
63. Вскрытие минералов редких металлов серной кислотой и сульфатными солями.
64. Отличие процессов спекания и сплавления. Роль, плавней.
65. Сравнение процессов списания и сплавления на примере вскрытия NaOH и Na_2CO_3 .
66. Вскрытие минералов редких металлов с фторсиликатными солями.
67. Декрипитация сподумена.
68. Сравнение процессов выщелачивания и растворения.
69. Кинетика процессов выщелачивания.
70. Агитационное и перколяционное выщелачивание. Пути интенсификации.
71. Кучное и подземное выщелачивание.
72. Сравнение сернокислотного и карбонатного выщелачивания урановых руд.
73. Применение окислителей при выщелачивании урановых руд.
74. Экстракция: определение, изотерма экстракции, коэффициент распределения и разделения.
75. Константа экстракционного равновесия. Высаливание.
76. Кинетика экстракционных процессов. Коэффициенты массоотдачи и массопередачи.
77. Классификация экстрагентов. Химизм экстракции редких металлов экстрагентами разных классов.
78. Селективность процесса экстракции. Влияние различных факторов на селективность.
79. Требования, предъявляемые к экстрагентам и разбавителям в технологии.
80. Гидролиз трибутилфосфата.
81. Фосфорорганические кислые и нейтральные экстрагенты. Различие в механизме экстракции редких металлов.
82. Реакции экстракции урана трибутилфосфатом, триоктиламином и четвертичными аммониевыми основаниями.
83. pH полуэкстракции.

84. Экстракционные методы разделения циркония и гафния.
85. Экстракционные методы разделения тантала и ниобия.
86. Селективность при экстракционном разделении редкоземельных металлов.
87. Классификация сорбентов. Синтетические сорбенты. Матрица и ионообменные группы.
88. Графический расчет селективности ионного обмена.
89. Полная, статическая и динамическая емкости сорбентов. Зависимость обменной емкости от величины pH.
90. Динамика ионного обмена. Время защитного действия сорбционной колонны. Коэффициент защитного действия.
91. Формирование работающего слоя сорбционной колонны. Проскоковая концентрация.
92. Кинетика сорбции.
93. Хроматография. Фронтальный анализ, разделительная, элюентная хроматография.
94. Ионный обмен как химическая реакция. Константа ионного обмена. Избирательность ионного обмена.
95. Графический расчет селективности ионного обмена.
96. Сорбенты различной природы. Набухаемость сорбентов. Влияние природы иона на его сорбируемость.
97. Сорбционное извлечение урана из сернокислых и карбонатных растворов.
98. Принцип ионообменного разделения редкоземельных металлов. Комплексообразователи. Ионы - замедлители.
99. Хлорирование минералов редких металлов. Роль углерода при хлорировании. Разделение хлоридов металлов конденсацией.
100. Различные варианты организации процесса хлорирования.
101. Хлорирование лопарита. Достоинства и недостатки метода хлорирования.
102. Разделение хлоридов металлов, близких по свойствам.
103. Способы выделения металла из раствора.
104. Цели реакции осаждения металла из раствора.
105. Теоретический вывод выражения произведения растворимости.
106. Связь произведения растворимости и растворимости труднорастворимой соли.
107. Факторы, влияющие на растворимость.
108. pH осаждения гидроокиси.
109. С чем связано явление «старения» осадков гидроокисей многовалентных металлов.
110. Стадии процесса выделения осадка труднорастворимой соли.
111. Виды процесса кристаллизации по способу создания пересыщения.
112. Характеристики процесса пересыщения.

113. Границы метастабильной области процесса кристаллизации.
114. Факторы, влияющие на величину предельной концентрации пересыщения.
115. Эмпирические закономерности, определяющие устойчивость пересыщенных растворов.
116. Зависимость растворимости соединения от размера кристаллов.
117. Стадии роста кристаллов.
118. Понятие о "ядерной чистоте".
119. Понятие о "нейтронных ядах".
120. Понятие о "коэффициенте опасности".
121. Пероксидный аффинаж урана.
122. Карбонатный аффинаж урана.
123. Важнейшие оксиды урана.
124. Преимущества UO_2 в качестве ядерного топлива.
125. Основные свойства диоксида урана UO_2 .
126. Основные свойства оксида урана U_3O_8 .
127. Основные свойства триоксида урана UO_3 .
128. Каким путем и какие окислы можно получить из продуктов аффинажа урана?
129. Основные свойства уранил-фторида.
130. Основные свойства тетрафторида урана.
131. Основные свойства гексафторида урана.
132. Теоретические основы металлотермии.
133. Общий вид зависимости ΔG образования простых соединений от температуры.
134. Условность понятия металл-восстановитель и восстанавливаемый металл в металлотермии.
135. Что необходимо знать для расчета теплового эффекта металлотермической реакции?
136. Термичность металлотермической реакции.
137. Роль вакуума в металлотермии.
138. Классификация металлотермических реакций.
139. Роль греющих, охлаждающих и других добавок в металлотермии.
140. Возможность расчета ΔG металлотермической реакции.
141. Процесс восстановления TiCl_4 магнием.
142. Оформление процесса отделения титановой губки от продуктов реакции и реагентов.
143. Преимущества и недостатки процесса восстановления TiCl_4 натрием по сравнению с магниетермией.
144. Восстановление ZrCl_4 магнием.
145. Способы очистки галогенидов от примесей.

146. Преимущества процесса получения металлов электролизом.
147. Источники токопотерь при электролизе.
148. Теоретические основы процесса электролиза.
149. Способы повышения чистоты выделяемого электролизом металла.
150. Причины отклонения потенциала электрода от равновесного значения.
151. Зависимость поляризации от плотности тока и температуры.
152. Электролитическое получение лития.
153. Конструкции электролизеров для электролиза расплавов солей.
154. Процессы порошковой металлургии.
155. Способы получения порошков металлов для процессов порошковой металлургии.
156. Принципиальные основы способа иодидной очистки металлов.
157. Транспортные реакции.
158. Промышленное оформление процесса иодидного рафинирования.
159. Регенерация иода в процессе иодидного рафинирования.
160. Особенности процесса плавки редких металлов.
161. Плавка с нерасходуемым электродом.
162. Плавка с расходуемым электродом.
163. Применение электронно-лучевой плавки.
164. Индукционная плавка редких металлов.

Темы рефератов

1. Перспективные виды ядерного топлива.
2. Экстракционные процессы в технологии урана.
3. Тенденции и конъюнктура развития производства и потребления урана.
4. Современное состояние сырьевого рынка урана.
5. Сырьевые источники ниобия в России и мире.
6. История открытия радиоактивности.
7. Вклад отечественной науки в развитие учения о радиоактивности.
8. Применение ионизирующего излучения и радионуклидов.
9. Вклад технологических процессов в загрязнение окружающей среды природными радионуклидами.
10. Проблема радиоактивных отходов.

Вопросы к экзамену

1. ПУРЭКС-процесс для переработки отработавшего ядерного топлива: описание, варианты, преимущества и недостатки.
2. КАРБЭКС-процесс и другие методы переработки отработавшего ядерного топлива в карбонатно-щелочных водных средах, как альтернатива ПУРЭКС-процессу.

3. Газофторидная переработка ОЯТ: описание, перспективы применения к оксидному, урановому и уран-плутониевому отработавшим топливам.
4. Химия нитратных и карбонатных растворов U(VI), Pu(IV) и Pu(VI), Np(IV), Np(V) и Np(VI) в процессах переработки отработавшего ядерного топлива.
5. Основное оборудование водно-химических методов переработки ОЯТ (аппараты растворители, сорбционное и экстракционное оборудование, фильтровальное оборудование, печи для получения конечных продуктов).
6. Производство редкоземельных элементов. Технологические схемы извлечения РЗЭ при переработке апатита, фосфоритов, лопарита, монацитов.
7. Разделение РЗЭ. Технологические схемы разделения коллективных концентратов РЗЭ, выделенных из минерального сырья, на групповые концентраты и индивидуальные элементы.
8. Химия экстракции РЗЭ из нитратных и хлоридных растворов основными типами экстрагентов: ТБФ, Д2ЭГФК, карбоновые кислоты, соли аминов и ЧАО.
9. Применение сорбционных процессов в технологии индивидуальных РЗЭ.
10. Оборудование сорбционных и экстракционных процессов в технологии РЗЭ.
11. Производство молибдена и вольфрама. Технологические схемы извлечения молибдена и вольфрама из минеральных и техногенных сырьевых источников.
12. Современные требования к технологическим схемам переработки минерального и техногенного редкометалльного сырья.
13. Особенности химической технологии переработки редкометалльного сырья. Современное состояние химической технологии переработки редкометалльного сырья, перспективы ее совершенствования. Роль химии в создании общих принципов построения технологических схем и алгоритм переработки минерального и техногенного сырья редких элементов.
14. Общая характеристика РЗЭ: положение в Периодической системе; краткая историческая справка об индивидуальных элементах; важнейшие области применения редкоземельных металлов (РЗМ) и соединений РЗЭ. Физико-химические свойства РЗМ. Важнейшие для технологии соединения РЗЭ.
15. Минералы и руды редких элементов и методы их обогащения.
16. Кондиции на руды и концентраты редких элементов.
17. Применение магнитного и электростатического обогащения при переработке руд редких элементов.
18. Методы получения редкоземельных металлов.
19. Производство металлического тантала и ниобия.
20. Применение электролиза для получения редких металлов.
21. Индукционная плавка редких элементов.
22. Йодидное рафинирование циркония. Химические основы процесса.

23. Переработка циркона спеканием с K_2SiF_6 . Кристаллизационная схема разделения циркония и гафния.
24. Технология получения металлического циркония.
25. Оборудование для получения концентратов минералов РЗЭ
26. Технологические основы комплексной переработки традиционного рениевого сырья (молибденитов, сульфидных медных руд). Операции, лимитирующие выход и качество товарных продуктов рения; критерии оптимизации их режимов.
27. Технологические основы комплексной переработки нетрадиционного рениевого сырья (горючих сланцев, вулканических газов, растворов подземного выщелачивания урановых руд) с извлечением редких элементов, органических продуктов, получением строительных материалов. Используемые процессы концентрирования рения. Критерии экономической целесообразности попутного извлечения рения.
28. Физико-химические основы сорбционных процессов в технологии рения. Области применения активированных углей, сильно- и слабоосновных анионитов, катионитов, ТВЭКСов и импрегнатов. Основные требования, предъявляемые к функционализации и структуре сорбентов, применительно к переработке конкретного вида сырья.
29. Цепочки радиоактивных превращений. Закон накопления радионуклидов. Радиоактивные равновесия
30. Изомерный переход. Взаимодействие гамма-квантов различного происхождения с веществом. Взаимодействие нейтронов с веществом.
31. Радиоактивность в окружающей среде. Естественный радионуклиды. Техногенные радионуклиды.
32. Основные понятия дозиметрии ионизирующих излучений. Доза поглощенная. Доза эквивалентная. Доза эффективная.
33. Оптически прозрачная нанокерамика, содержащая оксиды РЗМ.
34. Радиоактивное равновесие. Расчет активности дочернего радионуклида по активности материнского на примере радия.
35. Применение радионуклидов в научных исследованиях и в народном хозяйстве.
36. Сорбция как метод концентрирования радионуклидов. Основные понятия сорбции. Типы применяемых сорбентов.
37. Понятие о хроматографии. Фронтальный, элюентный и вытеснительный методы хроматографии.
38. Очистка газовых выбросов на АЭС от летучих радионуклидов.

Методические указания для обучающихся

Методические рекомендации по организации учебной работы аспиранта направлены на повышение эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Срок сдачи реферата, и его защита на презентации устанавливаются преподавателем.

Реферат представляется в виде пояснительной записки, оформляемой печатным способом на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала шрифтом Times New Roman (Cyr) размером 14 pt. (в ряде случаев допускается использовать кегль 12, но не менее). Цвет шрифта должен быть черным. Текст отчета следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм. Отступ абзаца 1 см (красная строка). Разделы реферата и иллюстрационный материал оформляется согласно ГОСТ 7.32-2001. Список литературных источников должен содержать сведения о современной научной литературе, использованной при составлении самостоятельной контролируемой работы и быть оформлен согласно ГОСТ Р 7.0.5.-2008.

Методические рекомендации для преподавателей

Чтение лекций должно проводиться в соответствии с рабочей программой, а также календарным планом преподавания программы.

Лекция должна иметь высокий научный уровень – в определенной логической последовательности охватывать основные вопросы данной темы, не загромождая ее излишними деталями, давать теоретическое осмысливание вопросов практики и экспериментальных данных, освещать последние достижения в данной области науки. Лекции должны давать основные понятия по программе и побуждать к дискуссии.

Лекции должны носить мировоззренческий характер изучаемых вопросов, связывать изучаемый материал с решением задач, поставленных перед различными отраслями промышленности. В лекциях необходимо использовать различные примеры, показывающие значение данного предмета для будущей работы.

Лекция должна быть доходчивой по форме. В начале каждой лекции надо четко сформулировать ее цели и далее особое внимание уделять обоснованию необходимости изучения каждой задачи или проблемы, выделению наиболее важных и трудно усваиваемых материалов.

Лекции по рассматриваемым разделам должны быть дополнены демонстрационным материалом в виде PowerPoint.

Темп лекции должен быть оптимальным позволяющим студентам вести конспект, стиль – соответствовать нормам литературного языка, речь должна быть эмоциональной и выразительной.

Во вводной лекции необходимо пояснить цели, значения, методологические и методические особенности программы, дать советы по работе над программой, изложить методику и суть контрольных мероприятий, их организацию.

В заключительной лекции дается ретроспективный обзор материала, советы по подготовке к экзамену с учетом особенностей отдельных разделов курса и т.д.

При работе с аспирантами, преподавателю основное внимание нужно уделить контролю за самостоятельной работой аспиранта. Индивидуальная, контактная работа способствует формированию профессиональных компетенций аспиранта.

Контроль усвоения лекционного материала может осуществляться как по реакции слушателей аудитории на поставленные проблемы в ходе лекций, путем опроса аспирантов во время публичной защиты реферата, так и в результате итогового контроля (экзамена).

Для проведения лекций необходимы: компьютер и проектор для представления мультимедийного курса лекций.

13. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

1. Для чего нужен вакуум при металлотермическом восстановлении лития?
2. Что такое лантанотермия? Для каких металлов она применяется?
3. Почему обычно металлотермическое восстановление не применяют по отношению к оксидам редких металлов? Какие соединения используют обычно?
4. Металлотермическое восстановление $TiCl_4$ магнием.
5. ПУРЭКС-процесс для переработки отработавшего ядерного топлива: описание, варианты, преимущества и недостатки.
6. КАРБЭКС-процесс и другие методы переработки отработавшего ядерного топлива в карбонатно-щелочных водных средах, как альтернатива ПУРЭКС-процессу.
7. Газофторидная переработка ОЯТ: описание, перспективы применения к оксидному, урановому и уран-плутониевому отработавшим топливам.
8. Химия нитратных и карбонатных растворов $U(VI)$, $Pu(IV)$ и $Pu(VI)$, $Np(IV)$, $Np(V)$ и $Np(VI)$ в процессах переработки отработавшего ядерного топлива.

9. Основное оборудование водно-химических методов переработки ОЯТ (аппараты растворители, сорбционное и экстракционное оборудование, фильтровальное оборудование, печи для получения конечных продуктов).
10. Производство редкоземельных элементов. Технологические схемы извлечения РЗЭ при переработке апатита, фосфоритов, лопарита, монацитов.
11. Разделение РЗЭ. Технологические схемы разделения коллективных концентратов РЗЭ, выделенных из минерального сырья, на групповые концентраты и индивидуальные элементы.
12. Химия экстракции РЗЭ из нитратных и хлоридных растворов основными типами экстрагентов: ТБФ, Д2ЭГФК, карбоновые кислоты, соли аминов и ЧАО.
13. Применение сорбционных процессов в технологии индивидуальных РЗЭ.
14. Оборудование сорбционных и экстракционных процессов в технологии РЗЭ.
15. Производство молибдена и вольфрама. Технологические схемы извлечения молибдена и вольфрама из минеральных и техногенных сырьевых источников.
16. Современные требования к технологическим схемам переработки минерального и техногенного редкометалльного сырья.
17. Особенности химической технологии переработки редкометалльного сырья. Современное состояние химической технологии переработки редкометалльного сырья, перспективы ее совершенствования.
18. Роль химии в создании общих принципов построения технологических схем и алгоритм переработки минерального и техногенного сырья редких элементов.
19. Общая характеристика РЗЭ: положение в Периодической системе; краткая историческая справка об индивидуальных элементах; важнейшие области применения редкоземельных металлов (РЗМ) и соединений РЗЭ. Физико-химические свойства РЗМ. Важнейшие для технологии соединения РЗЭ.
20. Минералы и руды редких элементов и методы их обогащения.
21. Кондиции на руды и концентраты редких элементов.
22. Применение магнитного и электростатического обогащения при переработке руд редких элементов.
23. Методы получения редкоземельных металлов.
24. Производство металлического тантала и ниобия.
25. Применение электролиза для получения редких металлов.
26. Индукционная плавка редких элементов.
27. Йодидное рафинирование циркония. Химические основы процесса.

28. Переработка циркона спеканием с K_2SiF_6 . Кристаллизационная схема разделения циркония и гафния.
29. Технология получения металлического циркония.
30. Оборудование для получения концентратов минералов РЗЭ
31. Технологические основы комплексной переработки традиционного рениевого сырья (молибденитов, сульфидных медных руд). Операции, лимитирующие выход и качество товарных продуктов рения; критерии оптимизации их режимов.
32. Технологические основы комплексной переработки нетрадиционного рениевого сырья (горючих сланцев, вулканических газов, растворов подземного выщелачивания урановых руд) с извлечением редких элементов, органических продуктов, получением строительных материалов. Используемые процессы концентрирования рения. Критерии экономической целесообразности попутного извлечения рения.
33. Физико-химические основы сорбционных процессов в технологии рения. Области применения активированных углей, сильно- и слабоосновных анионитов, катионитов, ТВЭКСов и импрегнатов. Основные требования, предъявляемые к функционализации и структуре сорбентов, применительно к переработке конкретного вида сырья.
34. Радиоактивное равновесие. Расчет активности дочернего радионуклида по активности материнского на примере радия.
35. Применение радионуклидов в научных исследованиях и в народном хозяйстве.
36. Сорбция как метод концентрирования радионуклидов. Основные понятия сорбции. Типы применяемых сорбентов. Понятие о хроматографии. Фронтальный, элюентный и вытеснительный методы хроматографии.
37. Водно-химический режим I и II контуров реакторов ВВЭР.
38. Очистка газовых выбросов на АЭС от летучих радионуклидов.
39. Теплоносители для ядерных реакторов. Вода как теплоноситель.
40. Воздействие начального этапа ядерного топливного цикла на окружающую среду. Сравнение с добычей органического топлива.
41. Методы концентрирования радионуклидов. Соосаждение радионуклидов. Понятие об изотопных, специфических и неспецифических носителях.
42. Отверждение ЖРО на АЭС. Сравнительная характеристика методов битумирования, цементирования и остекловывания
43. Получение искусственных радионуклидов облучением нейтронами. Источники нейтронов.
44. Что такое изотопный обмен. Уравнение изотопного обмена. Основные закономерности изотопного обмена.

45. Принцип метода меченых атомов. Удельная активность. Общие положения метода «меченых» атомов.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

14. Учебно-методическое обеспечение практики

14.1.Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Чекмарев А.М. Редкие металлы в природе. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2013. 84 с.

2. Чекмарев А.М. Применение редких металлов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2013. 48 с.

3. Чекмарев А.М. Металлотермия в технологии редких металлов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2015. 88 с.

4. Синегрибова О.А. Экстракция в технологии редких металлов. М., РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. 110 с.

5. Синегрибова О.А. Ионообменная сорбция в технологии редких металлов. М., РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. 96 с.

Дополнительная литература

1. Бойко В.И., Власов В.А., Жерин И.И. Торий в ядерном топливном цикле. М.:Изд.дом. «Руда и Металлы», 2006. 359 с.

2. Копырин А.А., Карелин А.И., Карелин В.А. Технология производства и радиохимической переработки ядерного топлива. М.: Атомэнергоиздат, 2006. 573 с.

3. Тураев Н.С., Жерин И.И. Химия и технология урана. М.: Изд.дом «Руда и металлы». 2006. 397с.

4. Неорганическая химия. Химия элементов [Текст] : в 2 т. : Учебник / Ю. Д. Третьяков [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : МГУ ; М. : Академкнига, 2007. - (Классический университетский учебник).

14.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

1. Электрохимия. ISSN 0424-8570.

2. Russian Journal of Electrochemistry. ISSN 1023-1935

3. Теоретические основы химической технологии. ISSN 0040-3571

4. Theoretical Foundation of Chemical Engineering. ISSN 0040-5795

5. Журнал прикладной химии. ISSN 0044-4618

6. Химическая технология. ISSN 1684-5811
7. Доклады Академии наук. ISSN 0869-5652
8. Журнал физической химии. ISSN 0044-4537
9. Известия вузов. Химия и химическая технология. ISSN 0579-2991
10. Известия РАН. Серия химическая. ISSN 0002-3353

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия М «Силикатные материалы», ISSN 0235-2206
2. Федеральный институт промышленной собственности
<http://www1.fips.ru>
3. Федеральная служба по интеллектуальной собственности
<http://www.rupto.ru>
4. The United States Patent and Trademark Office <http://www.uspto.gov>
5. The European Patent Office <http://ep.espacenet.com>
6. Политематические базы данных CAPLUS, COMPENDEX (США); INSPEC (Великобритания); PASCAL (Франция).
7. Базы цитирования РИНЦ, Web of Science, Scopus
8. Ресурсы ELSEVIER: <http://www.sciencedirect.com>
9. Ресурсы SPRINGER: <http://link.springer.com>
10. Портал для аспирантов и соискателей ученой степени:
<http://www.aspirantura.com/>
11. Сайт Российской электронной библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
12. Сайт журнала научных публикаций для аспирантов и докторантов: <http://www.iurnal.org/>
13. Сайт научно-популярного журнала «Редкие земли» <http://rareearth.ru/>

14.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерная презентация лекций в PowerPoint;
- банк контрольных заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число контрольных заданий – 25);
- банк контрольных заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 50).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

Для реализации организационно-исследовательской практики подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- перечень индивидуальных заданий для выполнения в процессе прохождения учебной практики;
- методические указания для подготовки отчета по организационно-исследовательской практике.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7>

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7>

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru>

– Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ict.edu.ru/>

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>

15. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

15.1 Информационные технологии, используемые в образовательном процессе

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.10.2022 г. составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1а	Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор № 33.03-Р-3.1-3824/2021 от 26.09.2021 г. Сумма договора – 498445-10 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором.
	Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор № 33.03-Р-3.1-5182/2022 от 26.09.2022 г. Сумма договора – 569396-06 С 26.09.2022 по 25.09.2023	«Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет

		Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	«ИНТУИТ», а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором
16	Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор № 33.03-Р-3.1-3825/2021 от 26.09.2021 г. Сумма договора – 283744-98 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.
	Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»	Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор № 33.03-Р-3.1-5181/2022 от 26.09.2022 г. Сумма договора – 374384-40 С 26.09.2022 по 25.09.2023 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Доступ к коллекции «Единая профессиональная база знаний для технических вузов – Издательство ЛАНЬ «ЭБС» ЭБС ЛАНЬ, а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.
2	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	Информационно-справочная	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр», контракт	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 45000

	система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	№ 216-277ЭА/2021 От 24.12.2021 г. Сумма договора – 887 604-00 С «01» января 2022 г. по «31» декабря 2022 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 10 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	национальных стандартов и др. НТД
4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ)	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-2.0-23269/2021 от 23.04.2021 г. Сумма договора – 398 840-00 С 23.04.2021 по 22.04.2022 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	БД ВИНИТИ РАН	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора- ВИНИТИ РАН Договор № 33.03-Р-3.1-4426/2022 от 20.04.2022 Сумма договора - 100 000-00 20.04.2022-19.04.2023 Ссылка на сайт – http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНИТИ с 1981 г. Общий объем БД – более 28 млн. документов
6	Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека, Договор № SU-364/2021/33.03-Р-3.1-4085/2021 от 24.12.2021 г. Сумма договора – 1 309 275-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.
7	Справочно-правовая	Принадлежность – сторонняя «Правовест»	Гарант – справочно-правовая система по законодательству

	система Гарант»	Контракт № 215-274ЭА/2021 от 27.12 2021 г. Сумма контракта 680580-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	Российской Федерации.
8	Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»	Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор № № 33.03-Л-3.1-4377/2022 от 16.03.2022 Сумма договора – 478 304.00 16.03.2022-15.03.2023 Ссылка на сайт – https://biblio-online.ru/ Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований.
9	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор № № 33.03-Р-3.1-4375/2022 от 16.03.2022 Сумма договора – 258488 -00 16.03.2022-15.03.2023 Ссылка на сайт – http://www.studentlibrary.ru Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».
10	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ», Договор № 48 эбс/33.03-Р-3.1-4378/2022 от 06.04.2022 Сумма договора – 31500 -00 06.04.2022-05.04.2023 Ссылка на сайт – https://znanium.com/ Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
11	Информационно-аналитическая система Science Index	Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека» Договор № 33.03-Л-3.1-4376/2022 от 11.04.2022	Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.

		Сумма договора – 108 000-00 11.04.2022-10.04.2023. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	
12	Издательство Wiley	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.06.2022 г. № 920 С 01.01.2022 г. по 30.06.2022 Информационное письмо РФФИ от 19.07.2022 г. № 983 С 01.07.2022 г. по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др. Глубина доступа: 2018 - 2022 гг.
13	QUESTEL ORBIT	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.06.2022 г. № 908 С 01.01.2022 г. по 30.06.2022 г. Информационное письмо РФФИ от 19.07.2022 г. № 981 С 01.07.2022 г. по 31.12.2022 г. Ссылка на сайт – https://orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Инструкция по настройке удаленного доступа (ссылка)	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
14	American Chemical Society	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.07. 2022 г. № 987 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – https://pubs.acs.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://pubs.acs.org/page/remotaccess	Коллекция из 21 журнала по химии, химической технологии и смежным наукам Core + издательства American Chemical Society Глубина доступа: 1996 - 2022 гг.
15	Издательство	Принадлежность – сторонняя	База данных Кембриджского

The Cambridge Crystallographic Data Centre (Кембриджский центр структурных данных)	Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.06.2022 г. № 903 С 01.01.2022 г. по 30.06.2022 г. Информационное письмо РФФИ от 08.07.2022 г. № 957 С 01.07.2022 г. по 31.12.2022 г. Ссылка на сайт – https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам.	центра структурных данных (Cambridge Crystallographic Data Centre)- CSD Enterprise содержит данные о кристаллических, органических и элементоорганических соединениях. CSD предоставляет широкий спектр вариантов поиска кристаллических структур: по названию, химической формуле, элементному составу, литературному источнику, деталям эксперимента, фрагменту структуры.
База данных 2021 eBook Collectionsъ Springer Nature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 02.08.2022 г. № 1045 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт http://link.springer.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://podpiska.rfbr.ru/news/197/	Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний .
База данных 2022 eBook Collections Springer Nature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 11.08.2022 г. № 1082 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт- http://link.springer.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен Настройка удаленного доступа: https://podpiska.rfbr.ru/news/197/	Springer eBook Collections – полнотекстовая архивная коллекция электронных книг издательства Springer Nature на английском языке по различным отраслям знаний (2022 г.)
World Scientific Publishing Co Pte Ltd. База данных World Scientific Complete eJournal Collection	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 24.08.2022 г. № 1137 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт- https://www.worldscientific.com Информация о настройке удаленного доступа на странице Access and Authentication.	World Scientific Complete eJournal Collection – мультидисциплинарная полнотекстовая коллекция журналов международного научного издательства World Scientific Publishing, которая охватывает такие тематики, как математика, физика, компьютерные науки, инженерное дело, науки о

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	жизни, медицина и социальные науки. Особое внимание в коллекции уделено исследованиям Азиатско-тихоокеанского региона, которые объединены в группу журналов Asian Studies. Глубина доступа: 2001 - 2022 гг. 2022 г. (бессрочно)
16	База данных Begell Engineering Research Collection	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 17.08.2022 г. № 1105 С 01.01.2022 г. по 31.12.2022 г. Ссылка на сайт – https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам.	Полнотекстовая коллекция издательства Begell House, которая включает журналы, сборники конференций, монографии, справочники и базы данных по инженерным наукам и смежным областям: химии, физике, материаловедению, информатике и др. Глубина доступа: 1982 - 2022 гг.
17.	База данных Begell Biomedical Research Collection	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 17.08. 2022 г. № 1107 С 01.01.2022 г. по 31.12.2022 г. Ссылка на сайт – https://www.dl.begellhouse.com/collections/341eac9a770b2cc3.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам.	Полнотекстовая коллекция биомедицинских рецензируемых журналов издательства Begell House, которая включает исследовательские, клинические работы и критические обзоры в области медицины, биологии, фармацевтики, иммунологии. Глубина доступа: 1994 - 2022 гг.
18.	База данных Academic Reference (China Academic Journals (CD Edition) Electronic Publishing House Co., Ltd)	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 02.08.2022 г. № 1044 С 01.08.2022 г. по 31.12.2022 г. Ссылка на сайт – https://ar.cnki.net/ACADREF Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам. Настройка удаленного доступа на странице Off-campus Access.	Academic Reference – единая поисковая платформа по научно-исследовательским работам КНР. Наиболее полная англоязычная база данных объединяет полнотекстовые документы и библиографические данные. Тематика базы данных покрывает все основные дисциплинарные области.
19	База данных Academic Search Premier EBSCO Information	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 08.08.2022 г. № 1066 С 01.01.2022 г. по 31.12.2022 г.	Полнотекстовая мультидисциплинарная база данных, которая имеет широкую тематическую направленность и включает более 4 600 наименований

	Services GmbH	Ссылка на сайт – https://search.ebscohost.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам.	журналов, а также монографии, материалы конференций, отчеты и др. документы. Глубина доступа: 1887 - 2022 гг.
20.	База данных eBook Academic Collection EBSCO Information Services GmbH	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.08.2022 г. № 1060 С 01.01.2022 г. по 31.12.2022 г. Ссылка на сайт – https://search.ebscohost.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам.	Полнотекстовая междисциплинарная коллекция, которая включает более 210 000 электронных книг от ведущих научных и университетских издательств. Глубина доступа: 1913 - 2022 гг.
21.	Bentham Science Publishers База данных Journals	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 24.08.2022 г. № 1136 С 01.01.2022 г. по 31.12.2022 г. Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bypublication Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам.	Journals – полнотекстовая коллекция журналов издательства Bentham Science, которое публикует научные, технические и медицинские издания, охватывающие различные области от химии и химической технологии, инженерии, фармацевтических исследований и разработок, медицины до социальных наук. Глубина доступа: 2000 - 2022 гг. (2022 г. бессрочно)
22.	Chemical Abstracts Service	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.08.2022 г. № 1149 С 01.09.2022 г. по 31.12.2022 г. Ссылка на сайт – https://scifinder-n.cas.org/ Доступ осуществляется на основе IP-адресов университета и персональной регистрации .	SciFindern SciFinder — это мощный современный поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.
23.	Bentham Science Publishers База данных eBooks	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 08.09.2022 г. № 1217 С 01.09.2022 г. по 31.12.2022 г.	Полнотекстовая коллекция электронных книг издательства Bentham Science Publishers на английском языке по различным отраслям знаний. Глубина доступа: 2004 - 2022 гг.

		Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bybook Доступ осуществляется на основе IP-адресов университета.	
--	--	---	--

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.

Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996

Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005

Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999

Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010

Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995

Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998

Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997

Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011

Архив журналов Королевского химического общества(RSC). 1841-2007

Архив коллекции журналов Американского геофизического союза (AGU), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI

AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

6. Издательство с открытым доступом InTech
<http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

7. База данных химических соединений ChemSpider
<http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

9. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. По настоящее время.

10. Espacenet - European Patent Office (EPO)
<http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего

официального бюллетеня.

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

-Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.

-Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.

-Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.

-Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

15.2. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

15.3 Учебно-наглядные пособия

Наборы образцов металлических и неметаллических материалов и демонстрационных изделий из них; набор образцов типичного брака изделий; плакаты типовых постеров НИР, наборы продукции промышленных предприятий; наглядно-дидактический материал по материаловедению и защиты от коррозии.

15.4 Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства

Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы.

15.5 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; кафедральные библиотеки печатных и электронных изданий.

15.6 Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии
1.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
2.	CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
3.	Управление проектами Project expert tutorial	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
4.	Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users	Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочная
5.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 Users	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	бессрочная
6.	Компас-3D v18 на 50 мест. Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочная
7.	Учебный комплект Компас-3D v 19 на 50 мест КТПП	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	бессрочная
8.	Среда разработки Delphi	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
9.	Среда разработки C++ Builder	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
10.	Среда разработки Simulink Control Design Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
11.	Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
12.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
13.	Программа обработки экспериментальных	Контракт № 143-	бессрочная

	данных BioOffice ultra	164ЭА/2010 от 14.12.10	
14.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
15.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
16.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
17.	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
18.	Instrument Control Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
19.	Image Processing Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
20.	Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
21.	System Identification Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
22.	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
23.	Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
24.	Global Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
25.	Partial Differential Equation Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
26.	Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
27.	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
28.	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная
29.	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	бессрочная
30.	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	бессрочная

31.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная
32.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочная
33.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная
34.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
35.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)