

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Институт физико-технологический
Кафедра редких металлов и наноматериалов



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

 С.Т. Князев

«30» 03 2018 г.


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕХНОЛОГИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Рекомендована учебно-методическим советом физико-технологического института
для направлений подготовки и специальностей:


Код ООП	Направление/ Специальность	Направленность (профиль) программы магистратуры/ специализации	Номер учебного плана	Код дисциплины по учебному плану
18.05.02/02.01	Химическая технология материалов современной энергетики		5073	Б1.33

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Волкович Владимир Анатольевич	к.х.н., доцент	доцент	редких металлов и наноматериалов	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):


№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	редких металлов и наноматериалов [читающая и выпускающая кафедра]	23.01.18	№1	Рычков В.Н.	

Согласовано:

Начальник отдела проектирования образовательных программ и организации учебного процесса


Р.Х. Токарева

Председатель учебно-методического совета физико-технологического института
« 09 » 02 2018, протокол № 6


В.В. Зверев



1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности	Название направления/ специальности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
18.05.02	Химическая технология материалов современной энергетики	17.10.2016	1291

1.1. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций:

Общекультурные компетенции:

Способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-4)

Способностью к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний, и умений в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-10)

Общепрофессиональными компетенциями:

Способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1)

Пониманием значения информации в современном мире, способностью решать задачи профессиональной деятельности с применением информационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-5)

Профессиональные компетенции:

Способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1)

Способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья,

Способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4)

Способностью обеспечить безопасное проведение работы с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-7)

Готовностью использовать действующие российские «Нормы радиационной безопасности» и другие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8)

Способностью к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9)

Способностью самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10)

Способностью управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15)

Способностью к проведению анализа технических заданий на проектирование и проектов с учетом существующего международного и национального ядерного законодательства (ПК-18)

Способностью к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ (ПК-20)

Профессионально-специализированными компетенциями (ПСК), в соответствии со специализацией «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»:

Способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1)

Способностью осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО (ПСК-2)

Дополнительные профессиональные компетенции (в соответствии с требованиями работодателей):

Способность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов (ПКД-1)

Способность обосновывать принятие конкретного решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии с учётом экологических последствий их применения (ПКД-6)

Способность анализировать и разрабатывать аппаратурно-технологические схемы для производства редкометальной продукции, осуществлять подбор и расчет необходимого оборудования, рассчитывать материально-энергетические балансы, планировать и проектировать технологические производства редких металлов (ПКД-10).

1.2. Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать

- средства и методы повышения безопасности технических средств, технологических процессов и производственных объектов;
- стоимость урана и других ядерных материалов и изделий из них;
- вклад различных факторов в себестоимость электроэнергии на АЭС;
- структуру атомной энергетики, ядерный топливный цикл (ЯТЦ) и его основные стадии: сырьевая часть, рафинирование урана, обогащение, производство твэлов, работа АЭС;
- химию и основные способы производства порошков и гранул соединений урана, плутония, тория, применяемых для изготовления керамического топлива;
- способы производства основных видов керамического топлива;
- конструкции твэлов и тепловыделяющих сборок;
- процессы деления ядер и конструкцию ядерного реактора, методы управления ядерным реактором, процессы образования продуктов деления и трансурановых элементов;
- принципы обращения с отходами производства радиоактивных элементов;
- основные виды технологических операций в производстве урана, тория и их соединений;
- сырьевые источники радиоактивных элементов, технологически важные руды и минералы.

Уметь

- рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса;
- выбирать рациональную схему производства заданного продукта;
- осуществлять практическое производство исходных компонентов керамического топлива, топливных таблеток и других видов топлива, переработку бракованных изделий;
- выбирать подходящий состав и способ производства топливных элементов;
- выбирать технологическую схему с учётом требований радиационной и ядерной безопасности;
- оценивать технологическую эффективность производства;
- производить расчёт технологических параметров для заданного процесса.

Владеть

- методами определения технологических показателей химических процессов;
- методами и принципами выбора технологической схемы производства (по профилю деятельности);
- методами организации производственных процессов с использованием радиоактивных и ядерных материалов.

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

1. Пререквизиты	Физика Общая и неорганическая химия Органическая химия Аналитическая химия Физическая и коллоидная химия Основы ядерной физики, радиохимии и дозиметрии Экология Инженерная графика Общая химическая технология Процессы и аппараты химической технологии Физико-химические основы технологии редких элементов Радиохимия Кристаллография и минералогия Технологическая практика
-----------------	---

2. Кореквизиты	Технология конструкционных материалов современной энергетики
3. Постреквизиты	Переработка облученного ядерного топлива Технология редких элементов Химическая технология материалов современной энергетики Экономика ядерной отрасли

1.4. Объем (трудоемкость) дисциплины

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры, номер	
		9	10
Аудиторные занятия, час.	119	102	17
Лекции, час.	102	102	-
Практические занятия, час.	17	-	17
Лабораторные работы, час.	-	-	-
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	133	78	55
Вид промежуточной аттестации (Э, З)	Х	Э	З
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	252	180	72
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	7	5	2

1.5. Краткое описание (аннотация) дисциплины

Дисциплина посвящена знакомству с химическими технологиями радиоактивных элементов, изучению основных подходов к промышленному производству важнейших радиоактивных элементов и их соединений, начиная с физико-химических основ технологических процессов и заканчивая их аппаратурным оформлением, вопросами переработки производственных отходов, безопасности и экологичности производства. Рассматриваются свойства урана, тория и их соединений, области применения, конъюнктура рынка, способы выщелачивания рудных концентратов, очистки соединений от примесей. Особое внимание уделяется способам получения и рафинирования металлов. Рассматриваются вопросы контроля технологических параметров, способы оптимизации процессов.

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема* дисциплины	Содержание
P1	Сырьевые источники урана	Распространенность урана в природе. Изотопный состав урана. Урановые и урансодержащие минералы. Классификация их по химическому составу, происхождению. Классификация урановых руд по определяющим технологию признакам в зависимости: от характера урановой минерализации, состава вмещающих урановые минералы горных пород, контрастности включений, размеров минеральных

		агрегатов и содержания урана. Краткая характеристика месторождений урана Европы, Азии, Северной и Южной Америки, Африки и Австралии. Российские месторождения урана, уранодобывающие и ураноперерабатывающие предприятия. Сырьевая база урана.
P2	Использование урана в технике	Основные области применения урана. Современное состояние атомной энергетики. Атомная энергетика России, её потребности в уране. Запасы урана и уранодобывающая промышленность. Современное состояние рынка урана. Международный рынок урана. Спрос на уран. Поставки урана. Перспективы производства урана в Казахстане, Канаде, Австралии, других регионах мира. Материальные запасы. Разведка месторождений. Структура ядерного топливного цикла.
P3	Обогащение урановых руд	Принципиальные основы обогащения урановых руд. Оценка результатов обогащения (извлечение урана, кратность обогащения, оборудование, затраты энергии и реагентов). Дробление руд, классификация. Основные методы обогащения урановых руд: рудоразборка по цвету и с использованием флюоресценции, гравитационное, классификационное, флотационное, радиометрическое, магнитное и электрическое. Их принципиальные основы.
P4	Вскрытие урановых руд и концентратов	Поведение урана в водных растворах. Кислотное разложение руд. Выбор кислоты. Необходимость использования окислителя и его выбор. Выбор способа выщелачивания. Определение оптимальных условий: крупности материала, степени измельчения, концентрации кислоты, отношения Т:Ж, количества окислителя, температуры и продолжительности выщелачивания. Реакции при вскрытии руд и концентратов. Материальные и элементарные балансы процессов. Технологические схемы и аппаратное оформление агитационного, перколяционного, кучного и подземного методов выщелачивания. Автоклавный - "бескислотный" процесс вскрытия урановых руд, содержащих сульфиды железа и тяжелых металлов. Карбонатное выщелачивание урановых руд. Кислотно-содовое выщелачивание. Аппаратура процессов выщелачивания. Подземное выщелачивание урана.
P5	Очистка урана	Выделение урана из растворов (пульп) - грубая очистка урана. Химическое осаждение урана из растворов. Осаждение урана из кислых растворов. Осаждение урана из карбонатных растворов. Технологические аспекты проведения процесса осаждения урана. Щелочная репульпация фосфатных концентратов. Выделение урана из растворов (пульп) с применением ионного обмена. Ионный обмен. Общие положения. Извлечение урана из растворов (пульп) с применением ионного обмена. Разделение урана и молибдена с

		<p>помощью ионообменных процессов. Аппаратура ионообменных процессов. Расчет процесса ионообменного извлечения урана. Извлечение урана из растворов экстракцией органическими растворителями. Классификация экстрагентов. Извлечение урана из растворов с применением экстракции. Аппаратура для экстракционных процессов. Аффинаж солей урана. Экстракционный аффинаж урана. Пероксидный аффинаж урана. Оксалатный аффинаж урана. Карбонатный аффинаж урана. Фторидный аффинаж урана.</p>
P6	Технология соединений урана	<p>Оксиды урана. Октаоксид триурана. Свойства. Способы получения. Диоксид урана. Свойства. Способы получения. Кондиционные требования к порошку диоксида урана. Таблетирование диоксида урана. Технологическая схема получения топливных таблеток. Триоксид урана. Свойства. Способы получения. Сложные оксиды урана. Тетрафторид урана. Основные свойства, способы получения (взаимодействием диоксида с безводными фторирующими агентами (сухие способы), гидрофторированием диоксида (полусухие способы) и осаждением из растворов (мокрые способы)). Гексафторид урана. Свойства. Способы получения. Применение гексафторида для разделения изотопов урана. Тетрахлорид урана. Свойства. Способы получения. Карбиды и нитриды урана. Свойства. Способы получения.</p>
P7	Металлический уран и его сплавы	<p>Физические и химические свойства металла. Зависимость их от чистоты. Примеси и загрязнения. Требования к урану и его сплавам. Классификация способов получения урана (в зависимости от исходного сырья, применяемого восстановителя и характера получаемого металла). Физико-химические характеристики способов. Методы получения урана, применяемые в промышленных масштабах, их краткая характеристика (восстановление оксидов кальцием и гидридом кальция, восстановление тетрафторида кальцием, или магнием, восстановление тетрахлорида кальцием, электролиз хлоридно-фторидных расплавов солевых смесей). Способы рафинирования урана. Индукционно-вакуумный переплав черного металла. Электролитическое рафинирование металла в солевых расплавах. Зонная перекристаллизация. Легирование и литье урана. Материалы изложниц и тиглей. Механическая и термическая обработка урана. Получение изделий из порошкообразного урана. Композитные материалы на основе урана и его соединений.</p>
P8	Технология и металлургия тория	<p>Перспективы использования тория в атомной энергетике. Сырьевые источники тория. Способы извлечения тория из руд. Получение и очистка</p>

		соединений тория. Производство и рафинирование металлического тория.
P9	Тепловыделяющие элементы ядерных реакторов.	Изготовление металлических ТВЭЛов (прокаткой и другими методами пластической обработки металлов давлением: прессованием, штамповкой, ковкой). Механическая обработка. Нанесение защитных покрытий, оболочек и герметизация ТВЭЛов. Особенности службы ТВЭЛов в реакторах.
P10	Проектирование технологического производства радиоактивных элементов	Задание на проектирование. Выбор и обоснование технологической схемы производства. Расчёт материальных балансов операций и отделения. Расчёт тепловых и энергетических балансов. Выбор, обоснование и расчёт технологического оборудования. Компановка технологического оборудования.

3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (по формам обучения)

3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум
«не предусмотрено»

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P10	Расчёт материальных балансов технологических операций	4
P10	Расчёт энергетических и тепловых балансов технологических операций	4
P10	Технологическое оборудование в производстве редких и радиоактивных элементов	4
P10	Компановка технологического оборудования	5
Всего:		17

4.3. Самостоятельная работа студентов

4.3.1. *Примерный перечень тем домашних работ*

Не предусмотрено

4.3.2. *Примерный перечень тем графических работ*

Не предусмотрено

4.3.3. *Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)*

Не предусмотрено

4.3.4. *Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)*

Не предусмотрено

4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*

Не предусмотрено

4.3.6. *Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)*

Проектирование отделения по производству диоксида урана из гексафторида урана с обогащением 4,4 % по изотопу уран-235.

Проектирование отделения по экстракционной очистке урана.

Проектирование отделения по переработке монацитового концентрата с разделением урана, тория и РЗЭ в отдельные продукты.

Проектирование отделения по первичной переработке уранового рудного концентрата с получением первого химконцентрата.

Проектирование отделения по переработке продуктивных растворов скважинного подземного выщелачивания урана.

4.3.7. *Примерный перечень тем контрольных работ*

Контрольная работа № 1

- Использование урана, основанное на его ядерно-физических свойствах.
- Изменение конъюнктуры мирового рынка урана.
- Выбор способа переработки урановых руд в зависимости от их химического состава и происхождения.
- Обоснование способа вскрытия урановорудного концентрата заданного состава.
- Обоснование способа выделения урана из растворов/пульп заданного состава.

6 ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины в рамках учебного плана – _____
(к дисц.)

В том числе, коэффициент значимости курсового проекта – _____ (к курс.)

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. = 1,0		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	сем. 9, нед. 1-17	20
<i>Выполнение контрольной работы № 1</i>	сем. 9, нед. 9	40
<i>Выполнение контрольной работы № 2</i>	сем. 9, нед. 17	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек. = 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – <i>экзамен</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек. = 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – к прак. = 0		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – к тек.прак. = 0		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям – <i>нет</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям – к пром.прак. = 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – к лаб. = 0		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – к тек.лаб. = 0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <i>нет</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – к пром.лаб. = 0		

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. = 0		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек. = 0		
Промежуточная аттестация по лекциям – <i>нет</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек. =		
2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – к прак. = 1,0		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических занятий</i>	сем. 10, нед. 1-17	34
<i>Работа на практических занятиях</i>	сем. 10, нед. 1-17	66
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям – к тек.прак. = 0,5		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям – <i>зачет</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – к пром.прак. = 0,5		

3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – к лаб. = 0		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям– к тек.лаб. = 0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <i>нет</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– к пром.лаб. = 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выбор и обоснование технологической схемы</i>	сем. 10, нед. 1-2	10
<i>Расчёт материальных балансов</i>	сем. 10, нед. 2-4	20
<i>Расчёт тепловых и энергетических балансов</i>	сем. 10, нед. 3-5	15
<i>Выбор и расчёт оборудования</i>	сем. 10, нед. 6-8	20
<i>Компановка оборудования</i>	сем. 10, нед. 9-10	10
<i>Экономическое обоснование</i>	сем. 10, нед. 11-13	10
<i>Подготовка раздела по ГО и ЧС</i>	сем. 10, нед. 12-14	5
<i>Оформление пояснительной записки и демонстрационных материалов</i>	сем. 10, нед. 15-16	10
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсового проекта – к тек.курс. = 0,4		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсового проекта – защиты – к пром.курс. = 0,6		

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. n
<i>Семестр 9</i>	<i>0,9</i>
<i>Семестр 10</i>	<i>0,1</i>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Волкович В.А., Смирнов А.Л. *Металлургия урана и технология его соединений*. Часть 1. Екатеринбург, изд-во Уральского университета, 2014, 104 с. ISBN 978-5-7996-1281-8 (<http://elar.urfu.ru/handle/10995/28701>)
2. Волкович В.А., Смирнов А.Л. *Металлургия урана и технология его соединений*. Часть 3. Екатеринбург, изд-во Уральского университета, 2014, 140 с. ISBN 978-5-7996-1282-5 (<http://elar.urfu.ru/handle/10995/28700>)
3. Алексеев С.В., Зайцев В.А. *Торий в ядерной энергетике*. М.: Техносфера, 2014, 288 с. https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=443315&sr=1

7.1.2. Дополнительная литература

1. *Технология урана: Учеб. пособие для хим.-технол. вузов и фак.* / У. Д. Верятин, Н. П. Галкин, Б. Н. Судариков и др.; Под общ. ред. Н. П. Галкина, Б. Н. Сударикова. — М. : Атомиздат, 1964. — 309 с.

7.1.3. Методические разработки

Не используются.

7.2. Программное обеспечение

Microsoft office (Word, Excel, Power point).

7.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», информационно-справочные и поисковые системы

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.ustu.ru>.

Зональная научная библиотека УрФУ: <http://library.ustu.ru>.

Поисковые системы: <http://www.yandex.ru>, <http://www.google.com>.

Свободная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org>.

Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>.

7.4. Электронные образовательные ресурсы

1. Волкович В.А., Половов И.Б., Ребрин О.И. Технология редких элементов. ЭОР УрФУ. (http://study.urfu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=8303).
2. Волкович В.А., Половов И.Б., Ребрин О.И. Введение в химическую технологию материалов современной энергетики. ЭОР УрФУ. (http://study.urfu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=8427).
3. Волкович, В. А. Металлургия урана и технология его соединений / Волкович В.А., Распопин С.П., Смирнов А.Л. – ЭОР УрФУ. (http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=8258).

7.5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля (4-5 см) для дополнительных записей. Необходимо записывать тему лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами. Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий. В конспект следует заносить всё, что преподаватель пишет на доске, также рекомендуемые схемы, таблицы, диаграммы и т.д. Текущая работа над изучением информации представляет собой главный вид самостоятельной работы студентов. Она включает обработку конспектов лекций путем систематизации материала, заполнения пропущенных мест, уточнения схем и выделения главных мыслей основного содержания лекции. Для этого используются имеющиеся учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература. С целью улучшения усвоения материала требуется просмотреть конспект сразу после занятий, отметить материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу.

Подготовка к практическому занятию по дисциплине включает в себя текущую работу над учебными материалами с использованием конспектов и рекомендуемой основной и дополнительной литературы; групповые и индивидуальные консультации. Студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Работу с литературой рекомендуется делать в следующей последовательности: беглый просмотр (для выбора глав, статей, которые необходимы по изучаемой теме); беглый просмотр содержания и выбор конкретных страниц, отрезков текста с пометкой их расположения по перечню литературы, номеру страницы и номеру абзаца; конспектирование прочитанного. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Рекомендуется регулярно отводить время

для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Критерии оценивания результатов контрольно-оценочных мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине в рамках БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. Критерии оценивания результатов промежуточной аттестации при использовании независимого тестового контроля

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

Не предусмотрено

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Не предусмотрено

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Области применения урана.
2. Использование урана в ядерных реакторах на тепловых и быстрых нейтронах.
3. Современный мировой рынок урана (месторождения, запасы, добыча). Основные месторождения урана в России.
4. Природные соединения урана. Классификация урановых минералов по химическому составу.
5. Классификация урановых руд по определяющим технологию признакам.
6. Классификация урановых минералов по их происхождению.
7. Способы обогащения урановых руд.
8. Кислотное разложение урановых руд и концентратов.
9. Процессы, протекающие при кислотном вскрытии урановых руд и концентратов.
10. Выбор технологических параметров гидрометаллургического вскрытия урановой руды (концентрата).
11. Вскрытие урановых руд и концентратов с предварительным обжигом.
12. Вскрытие сульфидсодержащих урановых руд выщелачиванием в автоклавах.
13. Содовое вскрытие урановых руд.
14. Содовое вскрытие урановых руд и концентратов в автоклавах.
15. Технология скважинного подземного выщелачивания урана.
16. Эксплуатационные и вспомогательные скважины добычного комплекса СПВ.
17. Формирование месторождений вторичных минералов урана, пригодных для обработки методом СПВ.
18. Переработка продуктивных растворов процесса подземного выщелачивания урана с получением уранового концентрата.
19. Очистка урана осаждением гидроксида четырёхвалентного урана.
20. Очистка урана кристаллизацией трикарбонатуранилата аммония из растворов.
21. Очистка урановых растворов с отделением железа в виде гидроксида и алюминия в виде квасцов.
22. Очистка урана осаждением оксалата уранила и оксалата четырёхвалентного урана.
23. Физико-химические основы сорбционной очистки урана на ионообменных смолах.

24. Сорбционная очистка урана, используемые сорбенты, аппаратурное оформление процесса.
25. Виды экстрагентов, применяемых для очистки урана.
26. Очистка урана экстракцией органическими растворителями, аппаратурное оформление процесса.
27. Использование трибутилфосфата и синергетных смесей на его основе для экстракционной очистки урана.
28. Способы восстановления урана до четырёхвалентного в водных растворах.
29. Полусухие и мокрые способы получения тетрафторида урана. Сушка тетрафторида урана.
30. Сухие способы получения тетрафторида урана.
31. Типовая технологическая схема получения тетрафторида урана.
32. Свойства, способы получения и области применения гексафторида урана.
33. Фтор, его основные свойства, способы производства в промышленных масштабах.
34. Фтористый водород, его основные свойства, способы производства в промышленных масштабах.
35. Тетрахлорид урана, его основные свойства, способы получения, области применения.
36. Способы разделения изотопов урана.
37. Оксиды урана, основные свойства, области применения.
38. Закись-окись урана, способы получения.
39. Способы получения диоксида урана.
40. Технология получения керамического оксидного топлива из обогащённого гексафторида урана.
41. Свойства карбидов урана, способы их получения, технологическое значение.
42. Нитриды урана, их свойства, способы получения, области применения.
43. Физические свойства металлического урана.
44. Химические свойства металлического урана.
45. Кристаллические модификации металлического урана; их значение в процессах механической обработки.
46. Классификация способов получения металлического урана в зависимости от характеристик получаемого металла.
47. Классификация способов получения урана в зависимости от применяемого восстановителя.
48. Получение металлического урана восстановлением тетрафторида кальцием.
49. Восстановление оксидов урана кальцием и гидридом кальция.
50. Получение металлического урана электролизом.
51. Рафинирование металлического урана индукционно-вакуумной переплавкой.
52. Электролитическое рафинирование урана с использованием солевых расплавов.
53. Обработка металлического урана давлением.
54. Тепловыделяющие элементы ядерных реакторов, предъявляемые к ним требования, особенности работы в ядерных реакторах и параметры, определяющие их «живучесть».
55. Способы нанесения оболочки при изготовлении тепловыделяющих элементов с металлическим сердечником.
56. Торий. Общие сведения. История открытия тория и его место в периодической системе в периодической системе элементов
57. Применение тория. Неядерные области использования тория.
58. Торий - источник получения ядерного горючего. Перспективы ториевого ЯТЦ.
59. Производство и потребление тория.
60. Свойства металлического тория. Физические свойства тория. Взаимодействие тория с газами, водой, кислотами, щелочами, углеродом, металлами.
61. Общая характеристика химических соединений тория. Гидролиз соединений тория.
62. Оксидные соединения тория: оксид, гидроксид.

63. Соли кислородных кислот тория: сульфаты, нитраты, фосфаты, оксалаты, карбонаты.
64. Галоидные соли тория: хлориды, фториды, иодиды.
65. Гидриды, нитриды и карбиды тория.
66. Торий в природе. Основные черты геохимии тория.
67. Минералы и месторождения тория.
68. Обогащение монацитовых руд: гравитационные, электромагнитные, электростатические и флотационные способы.
69. Серноокислотное вскрытие монацитовых руд.
70. Способы переработки серноокислых растворов, основанные на использовании двойных натриевых и калиевых сульфатов.
71. Оксалатный метод переработки сульфатных растворов после серноокислого вскрытия тория («Iowa process»).
72. Щелочной способ переработки монацита
73. Хлорирование монацитовых концентратов. Хлораторы, конденсаторы хлоридов.
74. Фракционное осаждение оксалата тория.
75. Экстракционная очистка соединений тория.
76. Получение безводных тетрафторида и тетрахлорида тория.
77. Производство ядерного топлива на основе оксида тория и других его соединений.
78. Производство ядерного топлива на основе оксида тория и других его соединений. Золь-гель процессы.
79. Приготовление торийсодержащего топлива методом вибрационного уплотнения.
80. Производство ядерного топлива на основе оксида тория и других его соединений. Способ пропитывания.
81. Метод таблетирования золь-гелевых микросфер.
82. Производство ядерного топлива на основе оксида тория и других его соединений. Производство многослойного топлива.
83. Ториевое топливо для солевых реакторов.
84. Электролитическое рафинирование РЗЭ, тория, циркония и гафния.
85. Йодидное рафинирование тория.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

«не используются»

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются

8.3.9. Примерные задания для домашней работы

Не предусмотрено

8.3.10. Примерные задания в составе контрольных работ

Контрольная работа № 1

Контрольная работа проводится в письменном виде. Задание включает два вопроса по соответствующему разделу (разделам) дисциплины, например:

1. Использование урана, основанное на его ядерно-физических свойствах.
2. Выбор способа переработки урановых руд в зависимости от их химического состава и происхождения.

При ответе на вопросы необходимо чётко описать технологическую проблему, возможные пути/способы её решения. Для каждого способа необходимо описать его физико-химические основы, для химических процессов привести уравнения протекающих реакций; привести технологические параметры/условия проведения процесса, характеристики (используемые реагенты (при наличии), степень/полнота извлечения/превращения, образующиеся конечные продукты/полупродукты/отходы и т.п.), возможное аппаратное оформление. В заключение ответа на вопрос необходимо провести сопоставление описанных методов/способов, чётко выделить их

достоинства и недостатки.

Контрольная работа № 2

Контрольная работа проводится в письменном виде. Задание включает два вопроса по соответствующему разделу (разделам) дисциплины, например:

1. Влияние состава исходного сырья на способ получения диоксида урана.
2. Обоснование выбора способа металлургического восстановления на примере оксидов и фторидов урана кальцием или магнием.

При ответе на вопросы необходимо чётко описать технологическую проблему, возможные пути/способы её решения. Для каждого способа необходимо описать его физико-химические основы, привести уравнения протекающих реакций (при наличии); привести технологические параметры/условия проведения процесса, характеристики (используемые реагенты (при наличии), степень/полнота извлечения/превращения, образующиеся конечные продукты/полупродукты/отходы, способы обращения с отходами и т.п.), возможное аппаратное оформление. В заключение ответа на вопрос необходимо провести сопоставление описанных методов/способов, чётко выделить их достоинства и недостатки.

8.3.11. Примерные задания для рефератов

Не предусмотрено

8.3.12. Примерные задания для курсового проектирования

Курсовое проектирование выполняется в соответствии с выданным заданием, например: «Проектирование отделения по производству диоксида урана из гексафторида урана с обогащением 4,4 % по изотопу уран-235 производительностью 800 т/год».

Для выполнения курсового проекта необходимо:

- провести выбор технологической схемы, обосновать тип и последовательность технологических операций;
- выполнить расчёт материальных балансов по каждой технологической операции;
- выполнить расчёт сводного материального баланса по отделению;
- рассчитать удельных расходы реагентов и материалов;
- выполнить расчёт энергетических и тепловых балансов по операциям;
- выполнить расчёт сводного материального баланса, расчёт удельных расходов сырья и реагентов;
- произвести расчёт основного технологического оборудования;
- произвести выбор вспомогательного технологического оборудования;
- рассчитать компоновку оборудования в проектируемом отделении;
- выполнить технико-экономическое обоснование проекта, включающее расчёт себестоимости продукции, срока окупаемости проекта;
- представить описание строительной части проекта;
- представить описание мер по обеспечению безопасности труда, действий в случае аварии на производстве или возникновения чрезвычайной ситуации;
- оформить результаты расчётов в виде пояснительной записки;
- подготовить демонстрационные листы (можно в электронном виде): аппаратурно-технологическую схему и компоновочный чертёж отделения.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

В оснащении имеются специальные помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Имеются схемы и фотографии используемого на производстве технологического

оборудования, демонстрируемые при помощи мультимедийной проецирующей аппаратуры; образцы руд, концентратов, металлов, сплавов, изделий; видеоматериалы о процессах производства редких металлов.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью, оборудованием и техническими средствами обучения:

1. Специализированная лекционная аудитория, оснащенная мультимедиа-аппаратурой (Ф-229).
2. Компьютерный класс (Ф-232).

