МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»

(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института ХТ
_____ Р.Н. Ястребинский
«24» апреля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

Технология основных материалов современной энергетики

специальность:

18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

Направленность программы (**специализация**):

Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной энергии.

Квалификация

инженер

Форма обучения

очная

Химико-технологический институт

Кафедра теоретической и прикладной химии

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 07.08.20, № 913
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021 году.

Составитель, к.т.н., доцент._____ В. Г. Клименко

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой «Теоретической и прикладной химии»

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор _____ В.И. Павленко

«13» мая 2021 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«13» мая 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор _____ В.И. Павленко

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«15» мая 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент _____ Л.А. Порожнюк

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1. Способен, использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач, своей профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Анализирует и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности	**Знания:** основные понятия, законы и модели химических систем. **Умения:** использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач. **Навыки:** владеть методами экспериментального исследования на объектах профессиональной деятельности (планирование, постановка и обработка эксперимента).
Профессиональные компетенции	ПК-2. Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности	ПК-2.2. Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла.	**Знания:** основные ядерные реакции на нейтронах; заряженных частицах и гамма квантах; процессы деления ядер и конструкцию ядерного реактора; методы управления ядерным реактором; процессы образования продуктов деления и трансурановых элементов; методы регистрации излучений; химические свойства элементов различных групп Периодической

			системы и их важнейших соединений, основы технологий материалов ядерной энергетики и требования, предъявляемые к ним. **Умения:** применять стандартные и специфические методы физико-химического анализа для решения практических задач: выполнять основные химические операции: применять математические методы при решении типовых профессиональных задач; **Навыки:** владеть способностью контролировать осуществление технологических процессов в соответствии с регламентами; способностью анализировать технологический процесс; приемами работы в химической лаборатории.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины[1]
1	Математика
2	Физика
3	Инженерная графика и основы конструкторской документации
4	Общая и неорганическая химия
5	Органическая химия
6	Физическая химия
7	Коллоидная химия
8	Промышленная экология
9	Механика
10	Материаловедение
11	Основы ядерной физики
12	Технология основных материалов современной энергетики
13	Подготовка и процедура защиты и защита ВКР

2. Компетенция ПК-2. Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Технология основных материалов современной энергетики
2	Основы радиационной безопасности
3	Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения радиоактивных отходов
4	Радиобиология
5	Радиационная экология
6	Ядерно-энергетические установки
7	Методы обеспечения радиационной безопасности персонала и населения
8	Радиационный мониторинг и расчет дозовой нагрузки на критическую группу населения
9	Производственная преддипломная практика
10	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зач. единиц, 360 часов.

Форма промежуточной аттестации дифференциальный зачет, экзамен,

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	360	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	144	72	72
лекции	68	34	34
лабораторные			
практические	68	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	8	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	216	90	126
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графическое задание			
Индивидуальное домашнее задание	18	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	162	81	81
Экзамен	36		36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Основные материалы ядерной энергетики					
	Классификация материалов ядерных реакторов деления. Основные ядерные топливные материалы (делящиеся, воспроизводящие). Керамическое ядерное топливо, состав и классификация. Требования и конструкционные материалы ядерных реакторов. Назначение замедлителей, радиальных и аксиальных отражателей, материалов зон воспроизводства. Требования и материалы отражателей, замедлителей и зоны воспроизводства. Материалы защиты. Элементы регулирования мощности ЯР. Назначение, требования и типы теплоносителей. Классификация нейтронов по энергии.	4	4		10
2. Свойства реакторных материалов. Радиационные явления в материалах					
	Классификация свойств основных материалов ядерной энергетики (ЯМ). Анализ общих свойств ЯМ (механическая прочность, вязкость, пластичность, коррозионная стойкость, обрабатываемость, соединяемость, термостабильность, теплопроводность). Анализ специфических свойств ЯМ (ядерные характеристики, наведенная радиоактивность, химические взаимодействия, взаимная диффузия). Эффективное поперечное сечение атома – определение, единицы измерения. Парциальные сечения (сечение рассеивания, сечение поглощения). Классификация дефектов кристаллической решетки. Точечные дефекты кристаллической решетки (типы, описание). Линейные дефекты кристаллической решетки (типы, описание). Плоские дефекты кристаллической решетки (типы, описание). Радиационное повреждение вещества. 10. Характеристика радиационных дефектов (вакансии, межузельный атом, примесные атомы, ионизация атомов, тепловые и температурные пики, пик смещения).	4	4		10

3. Топливные циклы ядерной энергетики					
	Ядерный топливный цикл. Определение, классификация по виду топлива и замыкающей части. Основные превращения в уран-плутониевом и торий-урановом ЯТЦ. Преимущества и недостатки открытых и закрытых ЯТЦ. Основные этапы ЯТЦ, их краткая характеристика. Традиционные и перспективные ЯТЦ. Характеристика открытого уран-плутониевого ЯТЦ на природном уране. Характеристика открытого уран-плутониевого ЯТЦ на обогащенном уране. Замкнутый уран-плутониевый ЯТЦ. Замкнутый уран-плутониевый ЯТЦ на быстрых реакторах. Замкнутый торий-урановый ЯТЦ на быстрых реакторах.	4	4		10
4. Типы и классификация ядерных реакторов деления					
	Типы реакторов деления. Их краткая характеристика. Типы реакторов в зависимости от энергии нейтронов и вида теплоносителя. Классификация ЯР по характеру их использования. Международная классификация ЯР (МАГАТЭ). Корпусные и канальные реакторы. Реакторы с водяным теплоносителем. Реакторы с водой под давлением (ВВЭР, PWR). Кипящие реакторы (BWR). Канальный реактор РБМК. Реактор CANDU. Реакторы с газовым теплоносителем (Magnox, AGR, HTGR). Реакторы с жидкометаллическим теплоносителем (БН-600, БН-800). Реакторы с теплоносителем из расплавов солей.	4	4		10
5. Теплоноситель					
	Основные требования к свойствам теплоносителей. Физико-химические свойства теплоносителей. Ядерно-физические свойства теплоносителей. Теплофизические свойства теплоносителей. Краткая характеристика водного теплоносителя. Радиолиз воды. Основные превращения воды. Отличия H_2O и D_2O. Байпасная очистка реакторной воды ВВЭР-1000. Газовые теплоносители – CO_2, He, Ar, воздух, N_2. Жидкометаллические теплоносители – Na, K, Li, Pb, Pb/Bi.	6	6		10
6. Конструкционные материалы					
	Общие положения. Металлы и их сплавы. Ядерные, физические и тепловые свойства металлов реакторных конструкционных материалов. Свойства бериллия его соединений и сплавов. Механические, физические и тепловые свойства алюминия и его сплавов. Свойства циркония, его соединений и сплавов. Химический состав аустенитовых нержавеющих сталей, применяемых в реакторостроении. Механические, физические и тепловые свойства акустенитных нержавеющих сталей. Химический состав, механические, физические и тепловые свойства никелевых сплавов. Керамика и керметы. Механические, физические и тепловые свойства керамических материалов и керметов.	6	6		10

7. Материалы замедлителя, отражателя и бланкета					
	Общие положения. Физические и нейтронно-физические свойства основных замедлителей. Замедлители на основе воды. Замедлители на основе соединений бериллия. Графитовые замедлители. Физические, тепловые и механические свойства продавленного и прессованного графита. Материал бланкета.	4	2		10
8. Материалы системы регулирования и аварийной защиты					
	Характеристика системы аварийной защиты на АЭС. Методы регулирования и изменения реактивности реактора. Требования к материалам органов регулирования: ядерные свойства материала регулирования; необходимость обеспечения постоянной эффективности органа регулирования при длительной работе; обеспечение требуемого постоянства формы, размеров и механических характеристик. Явления, происходящие в материалах при облучении нейтронами: изменение плотности и геометрических размеров материала – поглотителя; изменение механических и теплофизических характеристик материала-поглотителя; изменение коррозионной стойкости материалов. Типы органов регулирования в зависимости от того, являются ли они несущими элементами конструкций или нет. Теплопроводность – как важная характеристика материала-поглотителя. Коррозионная стойкость материала – поглотителя. Регулирующие стержни – как первичные органы регулирования. Типы регулирующих стержней. Методы регулирования ЯР деления. Характеристика материалов регулирующих стержней: бор, его соединения и керметы; кадмий и его сплавы; гафний и его сплавы; редкоземельные элементы и их оксиды. Выгорающие поглотители нейтронов. Размещение выгорающих поглотителей в активной зоне ЯР.	2	4		11
	ВСЕГО	34	34		81

Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
9. Свойства f-элементов Периодической системы Д.И. Менднлеева					
	Общие закономерности. Свойства лантаноидов: реакции с простыми веществами, реакции со сложными веществами, применение 4f-металлов.	4			5
	Свойства актиноидов: реакции с простыми веществами, реакции со сложными веществами, применение 5f-металлов.				
	Свойства основных соединений урана. Оксиды урана (UO_2, U_3O_8, UO_3), пероксид урана, фториды урана (UF_3, UF_4, UF_6), нитрат уранила, сульфат уранила, фторид уранила, оксалат уранила, карбонаты уранила.	2	4		5
	Свойства основных соединений тория. Оксиды, гидроксид и пероксид тория, галогениды тория, сульфат тория, нитрат тория.	2	4		5
	Свойства основных соединений плутония. Оксиды, гидроксиды и пероксид плутония, галогениды плутония (PuF_3, PuF_4, PuF_6, PuO_2F_2, $PuCl_3$, $PuBr_3$, PuI_3). Соединения плутония, получаемые из растворов ($Pu(NO_3)_4 \cdot 5H_2O$, $Pu(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$), $Pu_2(C_2O_4)_2 \cdot 9H_2O$).	2	4		5
10. Общие принципы построения технологических схем получения ядерного топлива. Добыча руды.					
	Основные стадии процесса получения ядерного топлива на основе урана. Гидрометаллургический способ переработки урановых руд. Его преимущества и недостатки. Технологическая схема гидрометаллургического передела урановых руд. Важнейшие урановые минералы. Основные урановые месторождения. Добыча руды.	4	2		6
11. Подготовка руды к выщелачиванию.					
	Механическая обработка рудного материала (дробление, измельчение). Физическое обогащение бедных руд (гравитационное обогащение, радиометрическая сортировка, флотация, электромагнитная сепарация). Вскрытие рудного материала (окислительный обжиг, сульфатизирующий и хлорирующий обжиг, спекание или сплавление с солями и щелочными реагентами).	4	2		10
12. Выщелачивание руд					
	Классификация и суть различных технологий выщелачивания урана из руд. Физико-химические основы процессов, условия проведения, оборудование, контроль процессов. Выбор и обоснование технологии вскрытия урановых руд.	2	4		10

13. Разделение твердой и жидкой фаз. Выделение урана из растворов выщелачивания руд					
	Основы осадительного концентрирования урана. Выбор осадителя и условий проведения осаждения. Общие принципы и примеры построения технологических схем. Осадительное оборудование. Основные понятия, закономерности и характеристики сорбционных (ионообменных) процессов. Непрерывный ионный обмен. Классификация и характеристика свойств ионитов и сорбентов, применяемых в технологии ядерного топлива. Сорбционное извлечение урана из растворов: организация процесса, оборудование. Сорбционное извлечение урана из рудных пульп (сорбционное выщелачивание урана): организация процесса, оборудование. Общая характеристика применения экстракционных процессов в технологии ядерного топлива. Основные понятия, характеристики и закономерности экстракционных процессов. Классификация экстрагентов и механизмов экстракции. Характеристика экстрагентов, разбавителей и высаливателей, применяемых в технологии ядерного топлива. Экстракционное оборудование: смесители отстойники, экстракционные колонны, центробежные экстракторы и др. Примеры организации экстракционных схем.	4	4		10
14. Получение металлических U, Pu, Th					
	Методы получения металлического урана: получение урана электролизом расплава его соединений, восстановление оксидов урана кальцием, восстановление фторида урана (IV) магнием и кальцием. Методы получения плутония. Методы получения тория.	4	4		10
15. Аффинаж солей урана					
	Цели и задачи аффинажной очистки урана. Осадительный (пероксидный, оксалатный, карбонатный) аффинаж урана. Сорбционный аффинаж урана. Экстракционный аффинаж урана. Принцип разработки и примеры организации промышленных технологий аффинажной очистки урана.	4	4		10
16. Проблема ОЯТ и основные направления ее решения. Главные стадии процесса обращения с ОЯТ					
	Основные концепции обращения с ОЯТ. Целесообразность переработки отработавшего ядерного топлива. Организация хранения и транспортирования ОЯТ. Подготовительные процессы переработки отработавшего ядерного топлива Удаление оболочек ТВЭЛ. Растворение топливных сердечников. Волоксидация топлива. Аппаратурное оформление процессов разделения материалов оболочек и сердечников ТВЭЛ.	2	2		5
	ВСЕГО	34	34		81

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Основные материалы ядерной энергетики. (ПК-2)	Классификация компонентов и материалов ядерных реакторов деления. Требования, предъявляемые к ним.	4	4
2	Свойства реакторных материалов. Радиационные явления в материалах. (ПК-2)	Свойства основных материалов ядерной энергетики (ЯМ). Радиационное повреждение веществ.	4	4
3	Топливные циклы ядерной энергетики. (ПК-2)	Ядерный топливный цикл. Определение, классификация по виду топлива и замыкающей части. Традиционные и перспективные ЯТЦ. Основные этапы ЯТЦ, их краткая характеристика.	4	4
4	Типы и классификация ядерных реакторов деления. (ПК-2)	Типы реакторов деления. Их краткая характеристика. Корпусные и канальные реакторы.	4	4
5	Теплоноситель. (ПК-2)	Основные требования и свойства теплоносителей.	6	6
6.	Конструкционные материалы. (ПК-2), (ОПК-1)	Ядерные, физические и тепловые свойства основных реакторных конструкционных материалов.	6	6
7	Материалы замедлителя, отражателя и бланкета. (ПК-2)	Назначение замедлителей, радиальных и аксиальных отражателей и бланкета. Физические и нейтронно-физические свойства основных замедлителей.	2	2
8	Материалы системы регулирования и аварийной защиты. (ПК-2), (ОПК-1)	Характеристика системы аварийной защиты на АЭС. Методы регулирования и изменения реактивности реактора. Требования к материалам органов регулирования.	4	4
		ИТОГО:	34	34
семестр № 8				
9	Свойства f-элементов Периодической системы Д.И.Менднлеева. (ОПК-1)	Свойства основных соединений урана, тория, плутония	12	12
10	Общие принципы построения технологических схем получения ядерного топлива. Добыча руды. (ПК-2), (ОПК-1)	Принципиальная технологическая схема переработки урановых руд. Содержание урана в почвах, морской и речной воде, земной коре. Характеристика запасов урана в РФ. Добыча руды.	2	2

11	Подготовка руды к выщелачиванию. (ОПК-1)	Стадии механической обработки руды при подготовке ее к выщелачиванию. Требования к крупности конечного продукта.. Оборудование, применяемое для дробления и измельчения руды. Физическое обогащение бедных руд. Выбор методов обогащения.	2	2
12	Выщелачивание руд. Разделение твердой и жидкой фаз. (ОПК-1)	1. Кислотное и карбонатное выщелачивание урановых руд, Продукты выщелачивания. Химические процессы, протекающие при карбонатном выщелачивании. Оборудование, применяемое для выщелачивания урановых руд.	4	4
13	Выделение урана из растворов выщелачивания руд. (ОПК-1)	Основы осадительного концентрирования урана, характеристики сорбционных (ионообменных) процессов, характеристика применения экстракционных процессов в технологии ядерного топлива.	4	4
14	Получение металлических U, Pu, Th. (ОПК-1), (ПК-2)	Методы получения урана. Влияние термодинамических характеристик и физико-химических свойств восстановителей и продуктов реакции на восстановление урана. Методы получения плутония и тори.	4	4
15.	Аффинаж солей урана. (ПК-2)	Классификация примесей урана по их нейтронной опасности. Коэффициент нейтронной опасности. Общая характеристика пяти основных методов аффинажа соединений урана.	4	4
16.	Проблема ОЯТ и основные направления ее решения. Главные стадии процесса обращения с ОЯТ. (ПК-2)	Основные направления решения проблемы отработанного ядерного топлива (ОЯТ). Способы переработки и хранения ОЯТ в различных странах. Главные стадии процесса обращения с ОЯТ.	2	2
		ИТОГО:	34	34
		ВСЕГО:	68	68

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовые проекты (работы) не предусмотрены учебным планом.

В процессе выполнения курсового проекта/ работы осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредствам электронной информационно-образовательной среды университета.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

На выполнение ИДЗ (РГЗ) предусмотрено 9 час самостоятельной работы студента по разделам 1, 2, 3, 4. 5, 6, 7, 8

№ п/п	Название ИДЗ	Цель изучения ИДЗ	Кол-во час
1	2	3	4
1	Основные материалы ядерной энергетики. Свойства реакторных материалов. Радиационные явления в материалах (ПК-2)	Цель задания – изучить основные материалы ядерной энергетики, требования, предъявляемые к ним, их свойства, радиоактивные явления в материалах..	2
2	Топливные циклы ядерной энергетики. Типы и классификация ядерных реакторов деления. (ПК-2)	Цель задания – уметь определять тип реактора в зависимости от энергии нейтронов и вида теплоносителя. Классифицировать ядерные топливные циклы по виду топлива и замыкающей части цикла.	2
3.	Теплоноситель. (ПК-2)	Цель задания – изучить основные требования к свойствам теплоносителей и их физико-химические свойства.	2
4	Конструкционные материалы. Материалы замедлителя, отражателя и бланкета. Материалы системы регулирования и аварийной защиты. (ПК-2), (ОПК-1)	Цель задания – изучить требования, предъявляемые к конструкционным материалам в ядерной энергетике, их ядерные, физические и тепловые свойства. Методам регулирования и изменения реактивности реактора и требования к материалам органов регулирования.	3

На выполнение ИДЗ (РГЗ) предусмотрено 9 час самостоятельной работы студента по разделам 9, 10, 11, 12. 13,14, 15, 16

№ п/п	Название ИДЗ	Цель изучения ИДЗ	Кол-во час
1	2	3	4
1	Свойства f-элементов Периодической системы Д.И.Менднлеева. Общие принципы построения технологических схем получения ядерного топлива. Добыча руды. (ОПК-1)	Цель задания – изучить свойства и условия получения основных соединений урана, тория и плутония, стадии процесса получения ядерного топлива, важнейшие урановые минералы, основные месторождения.	2
2	Подготовка руды к выщелачиванию. Выщелачивание руд. Разделение твердой и жидкой фаз. (ОПК-1)	Цель задания – классификация и суть различных технологий выщелачивания руд. Научиться выбирать и обосновывать технологии вскрытия урановых руд.	2
3.	Выделение урана из растворов выщелачивания руд. Получение металлических U, Pu, Th. (ОПК-1), (ПК-2)	Цель задания – изучить основные методы получения металлических урана, тория и плутония.	2
4	Аффинаж солей урана. Проблема ОЯТ и основные направления ее решения. Главные стадии процесса обращения с ОЯТ. (ПК-2)	Цель задания – изучить принципы разработки и примеры организации промышленных технологий аффинажной очистки урана.	3

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности.
(код и формулировка компетенции)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.1. Анализирует и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности.	Экзамен, решение задач на практических занятиях

2 Компетенция ПК-2. Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности
(код и формулировка компетенции)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.2. Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла	Экзамен, решение задач на практических занятиях

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные материалы ядерной энергетики. (ПК-2)	1.Привести классификацию компонентов и материалов ядерных реакторов деления. 2.Указать основные ядерные топливные материалы (делящиеся, воспроизводящие). 3.Керамическое ядерное топливо, состав и классификация. 4.Требования и конструкционные материалы ядерных реакторов. 5. Назначение замедлителей, радиальных и аксиальных отражателей, материалов зон воспроизводства. 6. Требования и материалы отражателей, замедлителей и зоны воспроизводства. 7. Материалы защиты. 8. Как осуществляется регулирование мощности ЯР. Элементы регулирования. 9. Назначение, требования и типы теплоносителей. 10. Классификация нейтронов по энергии.

2	Свойства реакторных материалов. Радиационные явления в материалах. (ПК-2)	1. Классификация свойств основных материалов ядерной энергетики (ЯМ). 2. Анализ общих свойств ЯМ (механическая прочность, вязкость, пластичность, коррозионная стойкость, обрабатываемость, соединяемость, термостабильность, теплопроводность). 3. Анализ специфических свойств ЯМ (ядерные характеристики, наведенная радиоактивность, химические взаимодействия, взаимная диффузия). 4. Эффективное поперечное сечение атома – определение, единицы измерения. 5. Парциальные сечения (сечение рассеивания, сечение поглощения). 6. Точечные дефекты кристаллической решетки (типы, описание). 7. Линейные дефекты кристаллической решетки (типы, описание). 8. Плоские дефекты кристаллической решетки (типы, описание). 9. Радиационное повреждение вещества. 10. Характеристика радиационных дефектов (вакансии, межузельный атом, примесные атомы, ионизация атомов, тепловые и температурные пики, пик смещения).
3	Топливные циклы ядерной энергетики (ПК-2)	1. Ядерный топливный цикл. Определение, классификация по виду топлива и замыкающей части. 2. Основные превращения в уран-плутониевом и торий-урановом ЯТЦ. 3. Преимущества и недостатки открытых и закрытых ЯТЦ. 4. Основные этапы ЯТЦ, их краткая характеристика. 5. Традиционные и перспективные ЯТЦ. 6. Краткая характеристика открытого уран-плутониевого ЯТЦ на природном уране. 7. Краткая характеристика открытого уран-плутониевого ЯТЦ на обогащенном уране. 8. Замкнутый уран-плутониевый ЯТЦ. 9. Замкнутый уран-плутониевый ЯТЦ на быстрых реакторах. 10. Замкнутый торий-урановый ЯТЦ на быстрых реакторах.
4	Типы и классификация ядерных реакторов деления. (ПК-2)	1. Типы реакторов деления. Их краткая характеристика. 2. Типы реакторов в зависимости от энергии нейтронов и вида теплоносителя. 3. Классификация ЯР по характеру их использования. 4. Международная классификация ЯР (МАГАТЭ). 5. Корпусные и канальные реакторы. 6. Реакторы с водяным теплоносителем. Реакторы с водой под давлением (ВВЭР, PWR). 7.Кипящие реакторы (BWR). 8. Канальный реактор РБМК. Реактор CANDU. 9. Реакторы с газовым теплоносителем (Magnox, AGR, HTGR). 10. Реакторы с жидкометаллическим теплоносителем (БН-600, БН-800).

5	Теплоноситель. (ПК-2)	1. Основные требования к свойствам теплоносителей. 2. Физико-химические свойства теплоносителей. 3. Ядерно-физические свойства теплоносителей. 4. Теплофизические свойства теплоносителей. 5. Краткая характеристика водного теплоносителя. 6. Радиолиз воды. Основные превращения воды. 7. Основные отличия H2Oи D2O. 8. Газовые теплоносители – CO2. 9. Газовые теплоносители – He, Ar. 10. Газовые теплоносители – воздух, N2. 11. Жидкометаллические теплоносители – Na, K, Li. 12. Жидкометаллические теплоносители – Pb, Pb/Bi.
6	Конструкционные материалы. (ПК-2), (ОПК-1)	1. Ядерные, физические и тепловые свойства металлов реакторных конструкционных материалов. 2. Свойства бериллия, его соединений и сплавов. 3. Свойства магния, его соединений и сплавов. 4. Механические, физические и тепловые свойства алюминия и его сплавов. 5. Свойства циркония, его соединений и сплавов. 6. Химический состав аустенитовых нержавеющих сталей, применяемых в реакторостроении. 7. Механические, физические и тепловые свойства аустенитных нержавеющих сталей. 8. Химический состав, механические, физические и тепловые свойства никелевых сплавов. 9. Керамика и керметы. 10. Механические, физические и тепловые свойства керамических материалов и керметов.
7	Материалы замедлителя, отражателя и бланкета. (ПК-2)	1. Назначение замедлителей, радиальных и аксиальных отражателей и бланкета. 2. Физические и нейтронно-физические свойства основных замедлителей. 3. Свойства замедлителей на основе воды. 4. Свойства замедлителей на основе соединений бериллия. 5. Графитовые замедлители. 6. Как получают реакторный графит. 7. Физические, тепловые и механические свойства продавленного и прессованного графита. 8. Материал и основные функции бланкета .
8	Материалы системы регулирования и аварийной защиты. (ПК-2), (ОПК-1)	1. Характеристика системы аварийной защиты на АЭС. 2. Методы регулирования и изменения реактивности реактора. 3. Требования к материалам органов регулирования: – ядерные свойства материала регулирования; – необходимость обеспечения постоянной эффективности органа регулирования при длительной работе; – обеспечение требуемого постоянства формы, размеров и механических характеристик. 4. Явления, происходящие в материалах при облучении нейтронами: – изменение плотности и геометрических размеров материала – поглотителя; –изменение механических и теплофизических характеристик материала-поглотителя;

		–изменение коррозионной стойкости материалов. 5. Типы органов регулирования в зависимости от того, являются ли они несущими элементами конструкций или нет. 6. Теплопроводность – как важная характеристика материала-поглотителя. 7. Коррозионная стойкость материала – поглотителя. 8. Регулирующие стержни – как первичные органы регулирования. Типы регулирующих стержней. 9. Методы регулирования ЯР деления. 10. Характеристика материалов регулирующих стержней: – бор, его соединения и керметы; – кадмий и его сплавы; – гафний и его сплавы; – редкоземельные элементы и их оксиды. 11. Выгорающие поглотители нейтронов. Размещение выгорающих поглотителей в активной зоне ЯР.
9	Свойства f-элементов Периодической системы Д.И. Менделеева. (ПК-2)	1 Свойства лантаноидов: характеристика, электронное строение, нахождение в природе. 2. Реакции лантаноидов с простыми и сложными веществами. Применение. 3. Атомные характеристики и физико-химические свойства актиноидов. Нахождение в природе. 4. Реакции актиноидов с простыми и сложными веществами. Применение. 5. Свойства основных соединений урана (оксиды, фториды, соединения, получаемые из растворов). 6. Свойства основных соединений тория (оксиды, гидроксид и пероксид, галогениды тория, сульфат, нитрат и оксалат тория). 7. Свойства основных соединений плутония (оксиды, гидроксиды и пероксид, галогениды плутония, сульфат, нитрат и оксалат плутония).
10	Общие принципы построения технологических схем получения ядерного топлива. Добыча руды. (ПК-2), (ОПК-1)	1. Общая характеристика гидро- и пирометаллургических методов получения металлов. 2. Основные преимущества гидрометаллургического метода получения металлов. 3. Принципиальная технологическая схема переработки урановых руд. 4. Первичные и вторичные урановые минералы; состав, свойства. 5. Содержание урана в почвах, морской и речной воде, земной коре. 6. Характеристика запасов урана в РФ. 7. Классификация запасов урановых руд МАГАТЭ по объемам и ценам (RAR, EAR-I, EAR-II, SR). 8. Десять стран, имеющих наибольшие запасы урановых руд по цене менее 40 долл./кг. 9. Добыча руды.
11	Подготовка руды к выщелачиванию. (ОПК-1)	1. Стадии механической обработки руды при подготовке ее к выщелачиванию. Требования к крупности конечного продукта. Степень измельчения. 2. Оборудование, применяемое для дробления и измельчения руды.

		3. Применение каскадных мельниц самоизмельчения типа «Аэрофол» для подготовки руды к выщелачиванию. 4. Физическое обогащение бедных руд. Выбор методов обогащения. 5. Количественные характеристики процесса обогащения руд: выход концентрата, степень сокращения, степень извлечения, степень обогащения. 6. Гравитационное обогащение урановых руд. Предельная скорость осаждения. 7. Гравитационное обогащение урановых руд при отсадке. Отсадочные машины. 8. Гравитационное обогащение урановых руд на концентрационных столах. 9. Обогащение руд в тяжелых жидкостях. Виды и характеристика тяжелых жидкостей. 10. Флотация руд. Краевой угол смачивания. Типы флотореагентов: вспениватели, коллекторы, депрессоры, активаторы, регуляторы среды. Флотационные машины. 11. Радиометрическое обогащение урановых руд. Электромагнитная сепарация. Схема радиометрической сортировочной машины. Схема горизонтального магнитного сепаратора. 12. Методы вскрытия рудного материала: окислительный обжиг, сульфатизирующий обжиг, хлорирование рудных концентратов, спекание с хлоридом натрия.
12	Выщелачивание руд. Разделение твердой и жидкой фаз. (ОПК-1)	1. Кислотное выщелачивание урановых руд, Продукты выщелачивания. 2. Автоклавное выщелачивание урановых руд. 3. Карбонатное выщелачивание руд. Основные реагены карбонатного выщелачивания. Химические процессы, протекающие при карбонатном выщелачивании. 4. Основные преимущества и недостатки карбонатного выщелачивания руд. 5. Оборудование, применяемое для выщелачивания урановых руд (агитаторы, пацуки, автоклавы). 6. Перколяционное выщелачивание руд: характеристика, преимущества, недостатки. 7. Разновидности перколяции: кислотный замес, кучное выщелачивание; общая характеристика. 8. Подземное выщелачивание урановых руд; характеристика, условия проведения, виды.
13	Выделение урана из растворов выщелачивания руд. (ОПК-1)	1. Основы осадительного концентрирования урана. Выбор осадителя и условий проведения осаждения. Общие принципы и примеры построения технологических схем. Осадительное оборудование. 2. Основные понятия, закономерности и характеристики сорбционных (ионообменных) процессов. Непрерывный ионный обмен. Классификация и характеристика свойств ионитов и сорбентов, применяемых в технологии ядерного топлива. 3. Сорбционное извлечение урана из растворов: организация процесса, оборудование. Сорбционное извлечение урана из рудных пульп (сорбционное выщелачивание урана): организация процесса, оборудование.

		4. Общая характеристика применения экстракционных процессов в технологии ядерного топлива. Основные понятия, характеристики и закономерности экстракционных процессов. Классификация экстрагентов и механизмов экстракции. 5. Характеристика экстрагентов, разбавителей и высаливателей, применяемых в технологии ядерного топлива. 6. Экстракционное оборудование: смесители отстойники, экстракционные колонны, центробежные экстракторы и др. Примеры организации экстракционных схем.
14	Получение металлических U, Pu, Th. (ОПК-1)	1. Методы получения урана. Влияние термодинамических характеристик и физико-химических свойств восстановителей и продуктов реакции на восстановление урана. 2. Критерии выбора восстановителей урана по величине энергии Гиббса образования оксидов и фторидов. 3. Получение урана электролизом расплава его соединений; условия, катодные и анодные процессы, преимущества и недостатки. 4. Кальцийтермическое получение урана; условия проведения. 5. Восстановление UF_4 магнием и кальцием. Преимущества и недостатки Ca и Mg – как восстановителей урана. 6. Способы рафинировочной плавки урана. Крупнозернистый и мелкозернистый уран. 7. Методы получения плутония. 8. Методы получения тория (кислотный и щелочной способы). 9. Для чего при металлотермическом способе получения тория используют цинк.
15	Аффинаж солей урана. (ПК-2)	1. Классификация примесей урана по их нейтронной опасности. Коэффициент нейтронной опасности.. 2. Допустимое содержание примесей в твэлах ЯР на медленных нейтронах. 3. Допустимое содержание примесей в твэлах ЯР современных АЭС. 4. Общая характеристика пяти основных методов аффинажа соединений урана. 5. Технологическая схема пероксидного аффинажа. 6. Технологическая схема карбонатного аффинажа. 7. Технологическая схема фторидного аффинажа. 8. Технологическая схема экстракционного аффинажа. 9. Оксалатный аффинаж.
16	Проблема ОЯТ и основные направления ее решения. Главные стадии процесса обращения с ОЯТ. (ПК-2)	1. Изменение активности и тепловыделения твэлов ЯР ВВЭР-1000. 2. Основные направления решения проблемы отработанного ядерного топлива (ОЯТ). 3. Способы переработки и хранения ОЯТ в различных странах. 4. Главные стадии процесса обращения с ОЯТ.

Типовые варианты экзаменационных билетов

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА

Кафедра: **"Теоретической и прикладной химии"**
*Дисциплина: **"Технология основных материалов современной энергетики"***
*Направление подготовки: **18.05.02. «Химическая технология материалов современной энергетики»***

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. .Привести классификацию компонентов и материалов ядерных реакторов деления. Указать основные ядерные топливные материалы (делящиеся, воспроизводящие).

2. Ядерный топливный цикл. Определение, классификация по виду топлива и замыкающей части. Основные превращения в уран-плутониевом и торий-урановом ЯТЦ.

3. Типы реакторов деления. Их краткая характеристика.

4.. Газовые теплоносители – СО2.

5. Физические, тепловые и механические свойства продавленного и прессованного графита: Как получают реакторный графит

Одобрено на заседании кафедры "___" _____ г. Протокол № ___

Зав. кафедрой _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА

Кафедра: **"Теоретической и прикладной химии"**
*Дисциплина: **"Технология основных материалов современной энергетики"***
*Направление подготовки: **18.05.02. «Химическая технология материалов современной энергетики»***

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. . Свойства основных соединений урана (оксиды, фториды, соединения, получаемые из растворов).

2. Радиометрическое обогащение урановых руд. Электромагнитная сепарация. Схема радиометрической сортировочной машины. Схема горизонтального магнитного сепаратора.

3. Карбонатное выщелачивание руд. Основные реагены карбонатного выщелачивания. Химические процессы, протекающие при карбонатном выщелачивании.

4.. Получение урана электролизом расплава его соединений; условия, катодные и анодные процессы, преимущества и недостатки.

5. Технологическая схема пероксидного аффинажа

Одобрено на заседании кафедры "___" _____ г. Протокол № ___

Зав. кафедрой _____

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Курсовые проекты (работы) не предусмотрены

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Задания для проведения текущего контроля на практических занятиях. (ОПК-1)

1. Какова масса твердых и объем газообразных (н.у.) продуктов термического разложения 0,3 кг нитрата уранила ($UO_2(NO_3)_2$).
2. Какова масса твердых и объем газообразных (н.у.) продуктов термического разложения 0,2 кг оксалата уранила ($UO_2C_2O_4$).
3. Какова масса твердых и объем газообразных (н.у.) продуктов термического разложения 1,5 кг диураната аммония ($(NH_4)_2U_2O_7$)).
4. Какова масса твердых и объем газообразных (н.у.) продуктов термического разложения 0,5 кг сульфата уранила (UO_2SO_4).
5. Сколько урана содержится в 1 л 3% раствора нитрата уранила ρ=1,23 г/ $см^3$.
6. Сколько урана содержится в 2 л 2% раствора оксалата уранила ρ=1,16 г/ $см^3$.
7. Сколько урана содержится в 1,5 л 3,5% раствора сульфата уранила ρ=1,32 г/ $см^3$.
8. Какова масса урановой руды с содержанием $U_3O_8$80% необходима для получения 2,5 кг сульфата уранила при кислотном выщелачивании руды в присутствии MnO_2.

$$U_3O_8 + MnO_2 + H_2SO_4 \rightarrow UO_2SO_4 +$$

9. Какова масса урановой руды с содержанием U_3O_8 80% необходима для получения 5,3 кг сульфата уранила при кислотном выщелачивании руды в присутствии $KMnO_4$.

$$U_3O_8 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow UO_2SO_4 +$$

10. В состав **уранинита** входит 33,3 % UO_2, 52,93 % UO_3 и 13,76 % PbO. Выведите формулу и вычислите молекулярную массу уранинита.
11. В состав **настурана** входит 30,15 % UO_2, 53,24 % UO_3 и 16,60 % PbO. Выведите формулу и вычислите молекулярную массу настурана.
12. Дописать продукты реакций:

а) $U_3O_8 + H_2SO_{4(р)} \rightarrow$
$U_3O_8 + H_2SO_{4(к)} \rightarrow$
$UO_2 + HNO_{3(к)} \rightarrow$
$U_3O_8 + C + Cl_2 \rightarrow$
$K_2O{\cdot}2UO_3{\cdot}V_2O_5 + H_2SO_{4(к)} \rightarrow$
$Na_4[UO_2(CO_3)_3] + NaOH \rightarrow$
$UO_2SO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow$

б)
$UO_3 + NaOH \rightarrow$
$UO_3 + HCl \rightarrow$
$UO_2 + O_2 \rightarrow$ (500 °C)
$UO_2 + O_2 \rightarrow$ (800 °C)
$UO_3 + NH_4OH \rightarrow$
$U_3O_8 \rightarrow$ (1150 °C)
$(NH_4)_2CO_3 \rightarrow$

13. Вычислите массу карбоната аммония, необходимую для выщелачивания 150 г оксида урана (VI) из урановой руды.
14. Вычислите массу кальцинированной соды, необходимую для выщелачивания 75 г оксида урана (VI) из урановой руды.
15. Зачем при карбонатном выщелачивании урановых руд применяется не чистый Na_2CO_3, а смесь, состоящая из Na_2CO_3 (70-90 %) и Na_2CO_3 (10-30 %). Ответ подтвердите соответствующими химическими уравнениями.

16. Какой объем 15 % раствора H_2SO_4(ρ=1,10 г/ $см^3$) потребуется для полного растворения 34,5 г оксида урана (VI).

17. Назовите комплексы, приведите уравнения их диссоциации и определите степень окисления центрального атома:

а) $(NH_4)_4[UO_2(CO_3)_3]$ б) $Na_4[UO_2(SO_4)_3]$
$Na_2[UO_2(SO_4)_2]$ $Na_2[UO_2(SO_4)_2(H_2O)_2]$
$(NH_4)_2[UO_2(CO_3)_2(H_2O)_2]$ $K[UO_2(SO_4)(H_2O)_3(OH)]$
$NH_4[UO_2(CO_3)(H_2O)_3(OH)]$ $(NH_4)_4[U(C_2O_4)_4]$
$(NH_4)_2[UO_2(C_2O_4)_2(H_2O)_2]$ $(NH_4)_4[UO_2(C_2O_4)_3]$
$NH_4[UO_2(C_2O_4)(H_2O)_3(OH)]$ $Na_2[UF_8]$
$Na[UF_5]$ $K[ThF_5]$
$K[UFCl_4]$ $K_4[Th(CO_3)_4]$

18. Напишите координационные формулы следующих комплексных соединений. Приведите выражения для констант нестойкости этих комплексов.

Тетрахлорофтороуранат(IV) калия
Пентафтороуранат(IV) натрия
Гидроксооксалатотриакваураниллат(VI)аммония
Диоксалатодиакваураниллат(VI)аммония
Гидроксокарбонатотриакваураниллат(VI)аммония
Дикарбонатодиакваураниллат(VI)аммония
Дисульфатоураниллат(VI)аммония
Трикарбонатоураниллат(VI)аммония

Трисульфатоураниллат(VI)натрия
Дисульфатодиакваураниллат(VI)натрия
Гидроксосульфатотриакваураниллат(VI)калия
Тетраоксалатоуранат(IV)аммония
Октафтороуранат(VI) натрия
Пентафторотторрат(IV) калия
Тетракарбонатоторрат(IV) калия

19. Получение U кальцийтермическим методом протекает по схеме:

$$UO_2 + Ca \rightarrow U + CaO$$

Закончить это уравнение реакции и подсчитать количество Ca, необходимое для восстановления 1,5 кг UO_2.

20. Получение Th кальцийтермическим методом протекает по схеме:

$$ThO_2 + Ca \rightarrow Th + CaO$$

Закончить это уравнение реакции и подсчитать количество Ca, необходимое для восстановления 2,5 кг ThO_2.

21. Получение U кальцийтермическим методом протекает по схеме:

$$U_3O_8 + Ca \rightarrow U + CaO$$

Закончить это уравнение реакции и подсчитать количество Ca, необходимое для восстановления 3,5 кг U_3O_8.

22. Получение U кальцийтермическим методом протекает по схеме:

$$UF_4 + Ca \rightarrow U + CaF_2$$

Закончить это уравнение реакции и подсчитать количество Ca, необходимое для восстановления 5 кг U.

23. Получение U магнийтермическим методом протекает по схеме:

$$UF_4 + Mg \rightarrow U + MgF_2$$

Закончить это уравнение реакции и подсчитать количество Mg, необходимое для восстановления 2 кг U.

24. Получение T hкальцийтермическим методом протекает по схеме:

$$ThF_4 + Ca \rightarrow Th + CaF_2$$

Закончить это уравнение реакции и подсчитать количество Ca, необходимое для восстановления 3 кг Th.

25. Получение Th магнийтермическим методом протекает по схеме:

$$ThF_4 + Mg \rightarrow Th + MgF_2$$

Закончить это уравнение реакции и подсчитать количество Mg, необходимое для восстановления 4 кг Th.

26. Напишите уравнение реакции получения металлического U из U_3O_8 кальцийтермическим методом. Сколько металлического кальция потребуется для получения 12 кг U?

27. Какие вещества и в каком количестве выделятся на электродах при электролизе расплава фторида урана (IV) в течение 2,5 ч, при силе тока 6 А и выходе по току 95 %.

28. Какие вещества и в каком количестве выделятся на электродах при электролизе расплава пентафтороураната (IV) калия в течение 3,0 ч, при силе тока 5 А и выходе по току 93 %.

29. Какие вещества и в каком количестве выделятся на электродах при электролизе расплава фторида тория (IV) в течение 1,5 ч, при силе тока 2 А и выходе по току 91 %.

30. Какие вещества и в каком количестве выделятся на электродах при электролизе расплава пентафтороториата (IV) калия в течение 6,0 ч, при силе тока 7 А и выходе по току 91 %.

31. Пользуясь справочными данными определить возможность протекания следующих реакций в стандартных условиях и их тепловой эффект. Запишите термохимическое уравнение для данных реакций.

$$UO_2 + Ca \rightarrow U + CaO$$
$$U_3O_8 + Ca \rightarrow U + CaO$$

32. Пользуясь справочными данными определить возможность протекания следующих реакций в стандартных условиях и их тепловой эффект. Запишите термохимическое уравнение для данных реакций.

$$UF_4 + Ca \rightarrow U + CaF_2$$
$$UF_4 + Mg \rightarrow U + MgF_2$$

33. При карбонатном выщелачивании в смеси идет накопление щелочи (NaOH) с увеличением величины pH до 11,6. Составьте реакцию карбонатного выщелачивания урановых руд и определите концентрацию ионов OH^- в моль/л?

34. Чтобы уменьшить накопление щелочи при карбонатном выщелачивании урановых и ториевых руд к кальцинированной соде добавляют 10-30 % пищевой соды. Объясните роль пищевой соды. Ответ подтвердите соответствующими уравнениями реакций.

35. Напишите ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакций гидролиза следующих солей:

Na_2CO_3; UF_6; UO_2SO_4; $Th(NO_3)_4$; $Pu(NO_3)_4$

36. Напишите ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакций гидролиза следующих солей:

$(NH_4)_2CO_3$; PuF_6; $UO_2(NO_3)$; $Th(SO_4)_2$; $NaHCO_3$

37. Пероксидный аффинаж основан на осаждении урана в виде $UO_4 \cdot 2H_2O$ в кислой среде при pH=2,0. Рассчитайте концентрацию ионов $[H^+]$ в таком растворе. В качестве кислотного агента использовали серную кислоту.

38. Рассчитайте pH 0,2 М раствора Na_2CO_3.

39. Рассчитайте pH 0,15 М раствора $NaHCO_3$.

40. Рассчитайте pH 0,35 М раствора $(NH_4)_2CO_3$.

41. Рассчитайте pH 0,10 М раствора H_2SO_4.

42. Рассчитайте pH 0,30 М раствора HNO_3.

43. Рассчитайте pH 0,25 М раствора NH_4OH.

44. Рассчитайте pH 0,10 М раствора NaOH.

45. При кислотном выщелачивании урановых руд чаще всего используется серная кислота. Она является самой распространенной кислотой, мололетуча, дешева. Расход кислоты

составляет 150 кг/т. Принимая содержание U_3O_8 в руде 20%, определите, сколько нужно кислоты для получения 30 кг UO_2SO_4.

46. Напишите полностью уравнения следующих ядерных распадов:

1.	$^{124}_{50}Sn \rightarrow 2\beta^- + \cdots$	$^{176}_{74}W \rightarrow \alpha + \cdots$
2.	$\cdots\rightarrow \alpha + {}^{218}_{84}Po$	$\cdots\rightarrow \beta^- + {}^{150}_{61}Pm$
3.	$\cdots\rightarrow \beta^- + {}^{50}_{24}Cr$	$^{223}_{88}Ra \rightarrow \cdots + {}^{219}_{86}Rn$
4.	$^{209}_{83}Bi \rightarrow \alpha + \cdots$	$^{176}_{71}Lu \rightarrow \beta^- + \cdots$
5.	$^{96}_{40}Zr \rightarrow \beta^- + \cdots$	$\cdots\rightarrow \alpha + {}^{140}_{58}Ce$
6.	$\cdots\rightarrow \alpha + {}^{228}_{88}Ra$	$^{130}_{52}Te \rightarrow 2\beta^- + \cdots$
7.	$^{40}_{19}Zr \rightarrow \beta^- + \cdots$	$\cdots\rightarrow \alpha + {}^{210}_{82}Pb$
8.	$\cdots\rightarrow \alpha + {}^{143}_{60}Nd$	$^{115}_{49}In \rightarrow \cdots + {}^{115}_{50}Sn$
9.	$^{48}_{20}Ca \rightarrow \cdots + {}^{48}_{21}Sc$	$\cdots\rightarrow \alpha + {}^{214}_{83}Bi$

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично. Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ОПК-1. Способен, использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач, своей профессиональной деятельности. ОПК-1.1. Анализирует и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности	
Знания	Знание терминов, определений, понятий, в области ядерной энергетики, технологии и свойств основных материалов современной энергетики
Умения	Умение применять стандартные и специфические методы физико-химического эксперимента в полном объеме с четкой последовательностью действий для решения практических задач
	Умение применять математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения практических задач
Навыки	Владеть навыками самостоятельной работы с научной и справочной литературой
	Владеть методами экспериментального исследования на объектах использования ядерной энергии
	Владеть навыками обработки информации
	Владение навыками применения физико-химических закономерностей материаловедения в организационно-практической деятельности на объектах использования ядерной энергии в соответствии с регламентами
ПК-2. Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности ПК-2.2. Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла.	
Знания	Знание основных закономерностей процессов и явлений в сфере профессиональной деятельности, действующих норм ядерной, экологической и технической безопасности, основ организационно-управленческой деятельности.
Умения	Умение пользоваться приборами и оборудованием при организации ядерной и радиационной безопасности на объектах использования ядерной энергии. Умение организовывать, проводить и интерпретировать исследования в области ядерной и электромагнитной безопасности

	на объектах использования ядерной энергии. Умение обрабатывать результаты экспериментов
Навыки	Владение навыками использования знаний по технологии основных материалов современной энергетики при решении практических задач. Владение навыками эксплуатации приборов и оборудования.

Оценка сформированности компетенций по показателю <u>Знания</u>.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	**3**	**4**	**5**
ОПК-1. Способен, использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач, своей профессиональной деятельности. ОПК-1.1. Анализирует и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности				
Знание терминов, определений, понятий, в области ядерной энергетики, технологии и свойств основных материалов современной энергетики	Не знает термины, определения, понятия, технологии и свойства материалов	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения, технологии и свойства материалов	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно.
ПК-2. Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности ПК-2.2. Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла.				
Знание основных закономерностей процессов и явлений в сфере профессиональной деятельности, действующей норм ядерной, экологической и технической безопасности, основ организационно-управленческой деятельности	Не знает основные законы, явления в сфере профессиональной деятельности, действующей норм ядерной, экологической и технической безопасности и их взаимосвязь.	Имеет представление о природе основных химических явлений, о причинах их возникновения и взаимосвязи.	Знание основных закономерностей процессов и явлений в сфере профессиональной деятельности, действующей норм ядерной, экологической и технической безопасности, основ организационно-управленческой деятельности	Не знает основные законы, явления в сфере профессиональной деятельности, действующей норм ядерной, экологической и технической безопасности и их взаимосвязь.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ОПК-1. Способен, использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач, своей профессиональной деятельности. ОПК-1.1. Анализирует и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности				
Умение применять стандартные и специфические методы физико-химического эксперимента в полном объеме с четкой последовательностью действий для решения практических задач	Студент выполнил работу не в полном объеме, не сумел выбрать для опыта необходимое оборудование, опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно, в отчете были допущены множественные ошибки, не выполнил анализ погрешностей, не соблюдал требования безопасности труда, допускал ошибки при ответе на дополнительные вопросы.	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, однако опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью, в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.).	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, однако опыты провел в условиях и режимах, не обеспечивающих их получение результатов и выводов с достаточной точностью	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью, в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы, правильно выполнил анализ погрешностей.
Умение применять математические, естественнонаучные и инженерные знания для	Не умеет применять законы для решения практических задач	С затруднениями умеет использовать законы для решения технических и технологических проблем.	Умеет проводить статистическую обработку результатов эксперимента..	Успешно использует для описания явлений известные математические модели. Самостоятельно применяет законы

решения практических задач				для решения технических и технологических проблем.
ПК-2. Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности ПК-2.2. Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла.				
Умение пользоваться приборами и оборудованием при организации ядерной и радиационной безопасности на объектах использования ядерной энергии	Не умеет самостоятельно пользоваться приборами и оборудованием	Пользуется приборами и оборудованием с посторонней помощью	Самостоятельно пользуется приборами и оборудованием	Знает устройство и принцип работы приборов и оборудования при организации ядерной и радиационной безопасности на объектах использования ядерной энергии и умеет пользоваться ими.
Умение организовывать, проводить и интерпретировать исследования в области ядерной и электромагнитной безопасности на объектах использования ядерной энергии	Не умеет проводить химический эксперимент	С трудом применяет известные химические модели для описания явлений. Ограниченно применяет знания о химических свойствах объектов и явлений в практической деятельности.	Студент умеет самостоятельно выполнять действия по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Умение организовывать, проводить и интерпретировать исследования в области ядерной и электромагнитной безопасности на объектах использования ядерной энергии
Умение обрабатывать результаты химического эксперимента	С трудом справляется с обработкой результатов химического эксперимента	Может самостоятельно проводить некоторые химические эксперименты.	Умение обрабатывать результаты химического эксперимента	С трудом справляется с обработкой результатов химического эксперимента

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	**3**	**4**	**5**
ОПК-1. Способен, использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач, своей профессиональной деятельности. ОПК-1.1. Анализирует и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности				
Владеть навыками самостоятельной работы с научной и справочной литературой	Не использует учебную и научную литературу для подготовки к занятиям	Не достаточно владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Достаточно владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
Владеть методами экспериментального исследования на объектах использования ядерной энергии	Эксплуатирует приборы и физическое оборудование с посторонней помощью	Приобрел навыки эксплуатации некоторых приборов и оборудования.	Владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования.	Владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования.
Владеть навыками обработки информации	С дополнительной помощью обрабатывает и не интерпретирует результаты измерений	С дополнительной помощью обрабатывает и интерпретирует результаты измерений	Сформированы навыки обработки и интерпретации результатов измерений	Сформированы устойчивые навыки обработки и интерпретации результатов измерений
Владение навыками применения физико-химических закономерностей материаловедения в организационно-практической деятельности на объектах использования ядерной энергии в соответствии с регламентами	Не владеет навыками описания основных физико-химических закономерностей материаловедения, допускает ошибки, слабо владеет навыками решения типовых задач	Владеет навыками описания основных физико-химических явлений, но допускает ошибки при решении типовых химических задач	Хорошо владеет навыками описания основных физико-химических явлений и навыками решения типовых задач	Владеет навыками применения физико-химических закономерностей материаловедения в организационно-практической деятельности на объектах использования ядерной энергии в соответствии с регламентами
ПК-2. Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности ПК-2.2. Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла.				

Владение навыками использования знаний по технологии основных материалов современной энергетики при решении практических задач	Допущены принципиальные ошибки (перепутаны формулы, нарушена последовательность вычислений, отсутствует перевод физических величин в систему СИ и т.д.).	В основном полное выполнение работы при наличии ошибок, которые не оказывают существенного влияния на окончательный результат.	Полное наличие выполнения всего объёма работы и наличие несущественных ошибок при вычислениях и построении графиков, рисунков, не влияющих на общий результат решения.	Полное выполнение всего объёма работы, отсутствие существенных ошибок при вычислениях и построениях графиков и рисунков, грамотное и аккуратное выполнение всех заданий, наличия вывода.
Владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования	Не владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования в области своей профессиональной деятельности	Владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования в области своей профессиональной деятельности, но допускает ошибки при его эксплуатации	Владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования в области своей профессиональной деятельности	Владеет в совершенстве навыками эксплуатации приборов и оборудования в области своей профессиональной деятельности

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ОПК-1. Способен, использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач, своей профессиональной деятельности. ОПК-1.1. Анализирует и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности	
Знания	Знание основных закономерностей процессов и явлений в сфере профессиональной деятельности, действующих норм ядерной, экологической и технической безопасности, основ организационно-управленческой деятельности
Умения	Умение применять математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения практических задач. Умение применять стандартные и специфические методы физико-химического эксперимента в полном объеме с четкой последовательностью действий для решения практических задач.
Навыки	Владение навыками применения физико-химических закономерностей материаловедения в организационно-практической деятельности на объектах использования ядерной энергии в соответствии с регламентами
	Владеть методами экспериментального исследования на объектах использования ядерной энергии
	Владеть навыками обработки информации
	Владеть навыками самостоятельной работы с научной и справочной литературой
ПК-2. Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности ПК-2.2. Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла.	
Знания	Знание терминов, определений, понятий, в области ядерной энергетики, технологии и свойств основных материалов современной энергетики
Умения	Умение пользоваться приборами и оборудованием при организации ядерной и радиационной безопасности на объектах использования ядерной энергии. Умение организовывать, проводить и интерпретировать исследования в области ядерной и электромагнитной безопасности на объектах использования ядерной энергии. Умение обрабатывать результаты экспериментов
Навыки	Владение навыками эксплуатации приборов и оборудования. Владение навыками использования знаний по технологии основных материалов современной энергетики при решении практических задач.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	**3**	**4**	**5**
ОПК-1. Способен, использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач, своей профессиональной деятельности. ОПК-1.1. Анализирует и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности				
Знание основных закономерностей процессов и явлений в сфере профессиональной деятельности, действующей норм ядерной, экологической и технической безопасности, основ организационно-управленческой деятельности	Не знает основные законы, явления в сфере профессиональной деятельности, действующей норм ядерной, экологической и технической безопасности и их взаимосвязь.	Имеет представление о природе основных химических явлений, о причинах их возникновения и взаимосвязи.	Хорошо знает основные законы, явления в сфере профессиональной деятельности, действующие нормы ядерной, экологической и технической безопасности и их взаимосвязь.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях
ПК-2. Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности ПК-2.2. Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла.				
Знание терминов, определений, понятий, в области ядерной энергетики, технологии и свойств основных материалов современной энергетики	Не знает термины, определения, понятия, технологии и свойства материалов	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знание терминов, определений, понятий, в области ядерной энергетики, технологии и свойств основных материалов современной энергетики	Не знает термины, определения, понятия, технологии и свойства материалов

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ОПК-1. Способен, использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач, своей профессиональной деятельности. ОПК-1.1. Анализирует и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности				
Умение применять математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения практических задач	Не умеет применять законы для решения практических задач	С затруднениями умеет использовать законы для решения технических и технологических проблем.	Умение применять математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения практических задач	Не умеет применять законы для решения практических задач
Умение применять стандартные и специфические методы физико-химического эксперимента в полном объеме с четкой последовательностью действий для решения практических задач	Студент выполнил работу не в полном объеме, не сумел выбрать для опыта необходимое оборудование, опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно, в отчете были допущены множественные ошибки, не выполнил анализ погрешностей, не соблюдал требования безопасности труда, допускал ошибки при ответе на дополнительные вопросы.	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, однако опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью, в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках,	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, однако опыты провел в условиях и режимах, не обеспечивающ их получение результатов и выводов с достаточной точностью	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью, в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы,

		таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.).		правильно выполнил анализ погрешностей.
ПК-2. Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности ПК-2.2. Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла.				
Умение пользоваться приборами и оборудованием при организации ядерной и радиационной безопасности на объектах использования ядерной энергии	Не умеет самостоятельно пользоваться приборами и оборудованием	Пользуется приборами и оборудованием с посторонней помощью	Самостоятельно пользуется приборами и оборудованием	Знает устройство и принцип работы приборов и оборудования при организации ядерной и радиационной безопасности на объектах использования ядерной энергии и умеет пользоваться ими.
Умение организовывать, проводить и интерпретировать исследования в области ядерной и электромагнитной безопасности на объектах использования ядерной энергии	Не умеет проводить химический эксперимент	С трудом применяет известные химические модели для описания явлений. Ограниченно применяет знания о химических свойствах объектов и явлений в практической деятельности.	Студент умеет самостоятельно выполнять действия по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Умение организовывать, проводить и интерпретировать исследования в области ядерной и электромагнитной безопасности на объектах использования ядерной энергии
Умение обрабатывать результаты химического эксперимента	С трудом справляется с обработкой результатов химического эксперимента	Может самостоятельно проводить некоторые химические эксперименты.	Умение обрабатывать результаты химического эксперимента	С трудом справляется с обработкой результатов химического эксперимента

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	**3**	**4**	**5**
ОПК-1. Способен, использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач, своей профессиональной деятельности. ОПК-1.1. Анализирует и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности				
Владеть навыками самостоятельной работы с научной и справочной литературой	Не использует учебную и научную литературу для подготовки к занятиям	Не достаточно владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Достаточно владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
Владение навыками применения физико-химических закономерностей материаловедения в организационно-практической деятельности на объектах использования ядерной энергии в соответствии с регламентами	Не владеет навыками описания основных физико-химических закономерностей материаловедения, допускает ошибки, слабо владеет навыками решения типовых задач		Владение навыками применения физико-химических закономерностей материаловедения в организационно-практической деятельности на объектах использования ядерной энергии в соответствии с регламентами	Не владеет навыками описания основных физико-химических закономерностей материаловедения, допускает ошибки, слабо владеет навыками решения типовых задач
Владеть методами экспериментального исследования на объектах использования ядерной энергии	Эксплуатирует приборы и физическое оборудование с посторонней помощью	Приобрел навыки эксплуатации некоторых приборов и оборудования.	Владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования.	Владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования.
Владеть навыками обработки информации	С дополнительной помощью обрабатывает и не интерпретирует результаты измерений	С дополнительной помощью обрабатывает и интерпретирует результаты измерений	Сформированы навыки обработки и интерпретации результатов измерений	Сформированы устойчивые навыки обработки и интерпретации результатов измерений
ПК-2. Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности ПК-2.2. Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла.				

Владение навыками использования знаний по технологии основных материалов современной энергетики при решении практических задач	Допущены принципиальные ошибки (перепутаны формулы, нарушена последовательность вычислений, отсутствует перевод физических величин в систему СИ и т.д.).	В основном полное выполнение работы при наличии ошибок, которые не оказывают существенного влияния на окончательный результат.	Полное наличие выполнения всего объёма работы и наличие несущественных ошибок при вычислениях и построении графиков, рисунков, не влияющих на общий результат решения.	Полное выполнение всего объёма работы, отсутствие существенных ошибок при вычислениях и построениях графиков и рисунков, грамотное и аккуратное выполнение всех заданий, наличия вывода.
Владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования	Не владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования в области своей профессиональной деятельности	Владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования в области своей профессиональной деятельности, но допускает ошибки при его эксплуатации	Владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования в области своей профессиональной деятельности	Владеет в совершенстве навыками эксплуатации приборов и оборудования в области своей профессиональной деятельности

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Лаборатории неорганической химии: вытяжные шкафы, сушильные шкафы, термостаты, магнитные мешалки, технические и аналитические весы, электролизеры, электрические плитки, фотоэлектроколориметры, pH-метры, информационные стенды.
2	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Лекционная аудитория: компьютер, проектор, экран с электроприводом, доска магнитно-меловая, информационные стенды.
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
4	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Клименко В.Г. Технология основных материалов современной энергетики: учеб. пособие/ В. Г. Клименко, А. Н. Володченко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2021. – 183 с.

2. *Беляев, Л.А.* Топливо и материалы ядерной техники: учеб. пособие /Л.А. Беляев, А.В. Воробьев, П.М. Гаврилов, Д.В. Гвоздяков, В.Е. Губин. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 275 с.

3. *Тураев, Н.С.* Химия и технология урана: учеб.пособие / Н.С. Тураев, И.И. Жерин. – М.: Изд-во ЦНИИАТОМИНФОРМ, 2005. – 407 с.

4. *Герасимов, В. В.* Материалы атомной техники. / В. В. Герасимов, А. С. Монахов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 368 с.

5. *Ма, Б.М.* Материалы ядерных энергетических установок: пер. с англ. / Б.М. Ма. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 408 с.

6. *Улыбкин, С.А.* Теплоносители ядерных энергетических установок / С.А. Улыбкин. – М.-Л: Энергия, 1966. – 272 с.

7. *Боришанский, В.М.* Жидкометаллические теплоносители / В.М. Боришанский, С.С. Кутателадзе, И.И. Новиков, О.С. Федынский. – М.: Атомиздат, 1976. – 328 с.

8. *Андреев, П.А.* Теплообменные аппараты ядерных энергетических установок / П.А. Андреев, Д.И. Гремилов, Д.Е. Федорович.– Л.: Издательство «Судостроение», 1965. – 352 с.

9. *Персинен, А. А.* Радиационные процессы и аппараты: Учебное пособие / А. А. Персинен ; СПбГТИ(ТУ). - СПб. : [б. и.], 2011. - 123 с. (ЭБ)

10. *Судариков, Б. И.* Процессы и аппараты урановых производств. / Б. И. Судариков, Э. Г. Раков. – М. : Машиностроение, 1979. – 383 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Российское образование ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПОРТАЛ: http://www.edu.ru/
2. Электронно-библиотечная система «IPRBooks»: http://www.iprbookshop.ru/
3. Электронная библиотечная система изд-ва «Лань» :http://e.lanbook.com
4. Химический каталог: http://www.ximicat.com/
5. Химический портал ChemPort.Ru: http://www.chemport.ru
6. http://www.cnshb.ru/AKDiL/0048/default.shtm - химическая энциклопедия : в 5 т. Электронная версия для научных работников, преподавателей вузов, аспирантов и студентов. Содержит около 5000 терминов, охватывающих все разделы химии, а также пограничные области - биохимию, геохимию и другие.
7. http://www.elibrary.ru - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 13 млн научных статей и публикаций.
8. http://www.chemport.ru - химический портал. Крупнейший и самый посещаемый химический ресурс Рунета.
9. http://www.biblioclub.ru - университетская библиотека онлайн. Электронно-библиотечная система учебных материалов для вузов.