

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО  
Директор института  
магистратуры

  
Ярмоленко И.В.  
«15» мая 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ  
Директор химико-технологического  
института

  
Ястребинский Р.Н.  
«15» мая 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

**«Технология материалов атомной энергетики»**

направление подготовки (специальность):

**20.04.01 Техносферная безопасность**

Направленность программы (профиль, специализация):

**Радиационная и электромагнитная безопасность**

Квалификация

**магистр**

Форма обучения

**очная**

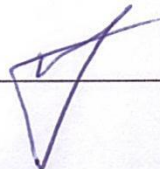
Институт: **Химико-технологический**

Кафедра: **Теоретической и прикладной химии**

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура, по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность», утвержденного Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 25 мая 2020 года № 678
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.


Составитель: к.т.н., доцент \_\_\_\_\_  О.Д. Едаменко

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » мая 2021 г., протокол № 9

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

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 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-2 Способен анализировать и применять знания и опыт в сфере техносферной безопасности для решения задач в профессиональной деятельности	ОПК-2.2 Анализирует и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности	В результате освоения дисциплины обучающийся должен иметь: <b>Знания:</b> способов классификации производственных физических и химических процессов на объекте профессиональной деятельности. <b>Умения:</b> определять и анализировать производственные процессы на объекте профессиональной деятельности. <b>Навыки:</b> владеть навыками работы с приборами и оборудованием, используемым на объекте профессиональной деятельности.
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен планировать и контролировать работы в области ядерной, радиационной и экологической безопасности, в том числе, в соответствии с действующей нормативно-правовой базой	ПК-1.2 Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла	В результате освоения дисциплины обучающийся должен иметь: <b>Знания:</b> основные стадии производства ядерного топливного цикла; нормативно-правовую документацию в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетики. <b>Умения:</b> анализировать уровень радиационной безопасности при эксплуатации оборудования радиационно-опасных объектов атомной энергетики <b>Навыки:</b> владеть методами оценки уровня радиационной безопасности ядерно-энергетических установок.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция** ОПК-2 Способен анализировать и применять знания и опыт в сфере техносферной безопасности для решения задач в профессиональной деятельности

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Экология и рациональное использование природных ресурсов
2	Технология основных материалов современной энергетики

**2. Компетенция** ПК-1 Способен планировать и контролировать работы в области ядерной, радиационной и экологической безопасности, в том числе, в соответствии с действующей нормативно-правовой базой

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Информационные технологии в сфере безопасности
2	Технология материалов атомной энергетики
3	Безопасность ядерно-энергетических установок
4	Законодательство в ядерной отрасли
5	Производственная эксплуатационная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки

Форма промежуточной аттестации экзамен

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
лекции	17	17
лабораторные	-	-
практические	51	51
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	72	72
Форма промежуточной аттестации экзамен	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 1 Семестр 2

№ 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. Введение. Основные определения и понятия					
	История становления и развития атомной промышленности и атомной энергетики. Понятие о ядерном топливном цикле (ЯТЦ). Типы ЯТЦ. Основные технологические переделы ЯТЦ. Современное состояние и перспективы развития ядерного комплекса в Российской Федерации и за рубежом.	2	8		16
2. Природные радионуклиды. Уран и торий в природе. Общая характеристика свойств урана и тория.					
	Природные радионуклиды и природные радиоактивные элементы. Радиоактивные ряды. Основные минералы урана и тория. Типы месторождений урана и тория и их промышленное значение. Минерально-сырьевые ресурсы урана и тория. Общая характеристика физических и химических свойств урана и тория. Степени окисления. Состояние урана и тория в растворах. Комплексообразование. Гидролиз. Характеристика окислительно-восстановительных свойств	3	8		16
3. Общие принципы построения технологических схем получения ядерного топлива					
	Основные стадии процесса получения ядерного топлива на основе урана. Обоснование необходимости и последовательности проведения отдельных технологических операций (переделов). Примеры типовых промышленных схем. Техничко-экономическая оценка отдельных переделов и схем в целом	2	8		16
4. Выщелачивание урана из руд					
	Классификация руд. Рудоподготовительные операции и оборудование. Дробление и измельчение руд. Обогащение руд: классификация технологий, принцип их реализации, оборудование. Классификация и суть различных технологий выщелачивания урана из руд (вскрытия урановых руд). Физико-химические основы процессов, условия проведения, оборудование, кон-троль процессов. Выбор и обоснование технологии вскрытия урановых руд.	2	8		16

5. Аффинажная очистка 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.	2	6		16
6. Осадительные, сорбционные методы концентрирования и очистки урана и тория					
	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	4	8		16
7. Получение соединений урана и металлического урана. Обогащение урана по урану-235. Технология тория и его соединений					
	Общая характеристика оксидов урана и их свойств. Способы получения оксидов урана. Аппаратурное оформление процессов получения оксидов урана. Применение оксидов урана. Общая характеристика фторидов урана и их свойств. Способы получения фторидов урана. Аппаратурное оформление процессов получения фторидов урана. Применение фторидов урана. Обогащение урана по нуклиду уран-235. Общая характеристика и принципы организации методов разделения нуклидов. Разделительное оборудование. Свойства металлического урана. Методы получения металлического урана. Электрохимические методы. Металлотермические методы: кальциетермия и магниетермия. Рафинирование металла. Применение металлического урана. Общая технологическая схема получения ядерного топлива на основе тория и его соединений. Вскрытие ториевых руд. Гидрометаллургические процессы получения ториевых концентратов. Аффинажная очистка тория. Получение промышленно значимых соединений тория и металлического тория.	2	5		16
	ВСЕГО	17	51		72

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 2				
1	Введение. Основные определения и понятия	Основные типы ядерных превращений. Альфа – распад, бета – распад. Расчёт энергии связи ядра. Расчёт дефекта масс при реакции распада	8	11
2	Природные радионуклиды. Уран и торий в природе. Общая характеристика свойств урана и тория	Общая характеристика физических и химических свойств урана и тория. Степени окисления. Состояние урана и тория в растворах. Комплексообразование. Гидролиз. Характеристика окислительно-восстановительных свойств	8	11
3	Общие принципы построения технологических схем получения ядерного топлива	Основные стадии процесса получения ядерного топлива на основе урана. Примеры типовых промышленных схем.	8	11
4	Выщелачивание урана из руд	Обогащение руд: классификация технологий, принцип их реализации, оборудование. Физико-химические основы процессов, условия проведения, оборудование, контроль процессов.	8	11
5	Аффинажная очистка урана	Осадительный (пероксидный, оксалатный, карбонатный) аффинаж урана. Сорбционный аффинаж урана. Экстракционный аффинаж урана.	6	11
6	Осадительные, сорбционные методы концентрирования и очистки урана и тория	Основы осадительного концентрирования урана. Выбор осадителя и условий проведения осаждения. Сорбционное извлечение урана из растворов: организация процесса, оборудование. Сорбционное выщелачивание урана	8	11
7	Получение соединений урана и металлического урана. Обогащение урана по урану-235. Технология тория и его соединений	Оксиды, фториды урана: методики лабораторного и промышленного получения. Получение металлического урана. Обогащение природного урана по 235 изотопу, работа разделения.	5	6
ИТОГО:			51	72



### **4.3. Содержание лабораторных занятий**

Лабораторные занятия при изучении дисциплины не предусмотрены учебным планом.

### **4.4. Содержание курсового проекта/работы (ОПК-2, ПК-1)**

На выполнение курсовой работы (КР) при изучении дисциплины предусмотрено 36 часов самостоятельной работы студента.

Целью КР является закрепление теоретического материала, развитие навыков самостоятельной работы с учебной и справочной литературой, навыков самостоятельного ведения расчетов. Кроме того, задания выдаются с целью организации самостоятельной работы студентов и контроля за их выполнением со стороны преподавателя.

КР по дисциплине «Технология материалов атомной энергетики» состоит из теоретической и расчётной частей. Студент сам может предложить тему для теоретической части КР, согласовав её с преподавателем. Задания для расчётной части имеют общие условия и выполняются согласно вариантам, изложенным в методических материалах. Общий объём курсовой работы 30 – 50 страниц формата А4.

КР выполняется по тематическим направлениям под руководством преподавателя дисциплины. Задание на КР выдается студенту преподавателем дисциплины и оформляется в письменном или электронном виде. Задание для курсовой работы определяет: тематическое направление; объем выполняемого задания; сроки выполнения, сдачи на проверку и защиты.

Задания разбираются на практических занятиях и защищаются в беседе с преподавателем после проверки правильности их выполнений.

Темы и задания для КР приведены в п.5.3 рабочей программы дисциплины (модуля). В качестве варианта КР обучающемуся может быть предложено участие в научной конференции, симпозиуме, конгрессе с публикацией тезиса доклада по тематическому направлению изучаемой дисциплины, либо опубликовать статью по тематическому направлению изучаемой дисциплины в научных журналах.

В процессе выполнения курсовой работы осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудиториях и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

### **1.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий**

Индивидуальные домашние задания, расчётно-графические задания при изучении дисциплины не предусмотрены учебным планом.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция** ОПК-2 Способен анализировать и применять знания и опыт в сфере техносферной безопасности для решения задач в профессиональной деятельности

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-2.2 Анализирует и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности	Экзамен, выполнение и защита курсовой работы, выполнение и защита практических работ.

**Компетенция** ПК-1 Способен планировать и контролировать работы в области ядерной, радиационной и экологической безопасности, в том числе, в соответствии с действующей нормативно-правовой базой.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.2 Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла	Экзамен, выполнение и защита курсовой работы, выполнение и защита практических работ.

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение. Основные определения и понятия (ОПК-2, ПК-1)	История становления и развития атомной промышленности и атомной энергетики. Понятие о ядерном топливном цикле (ЯТЦ). Типы ЯТЦ. Основные технологические передель ЯТЦ. Современное состояние и перспективы развития ядерного комплекса в Российской Федерации и за рубежом.
2	Природные радионуклиды. Уран и торий в природе. Общая характеристика свойств урана и тория (ОПК-2, ПК-1)	Распространенность урана и тория в природе. Радиоактивные ряды. Классификация урановых руд и месторождений. Минералы урана. Химические свойства урана. Химические свойства тория.
3	Общие принципы построения	Общая технологическая схема получения первичного ядерного топлива на основе урана.

	технологических схем получения ядерного топлива (ОПК-2, ПК-1)	<p>Методы обогащения урановых руд.  Кислотное вскрытие урановых руд.  Карбонатное вскрытие урановых руд.  Подземное выщелачивание урановых руд.  Концентрирование урана и тория методом ионного обмена.  Концентрирование урана и тория методом экстракции.  Характеристика ионитов, применяемых в технологии урана.  Характеристика экстрагентов, применяемых в технологии урана.  Аппаратурное оформление экстракционных процессов в технологии урана.  Аппаратурное оформление сорбционных процессов в технологии урана.  Сорбционное выщелачивание урановых руд.  Получение, свойства и применение оксидов урана.  Тетрафторид урана, его свойства, получение, применение.  6.1.23. Гексафторид урана, его свойства, получение, применение.  Изотопное обогащение урана.  Методы получения металлического урана.  Кальциетермические методы получения урана.  Магниетермические методы получения урана.</p>
4	Выщелачивание урана из руд (ОПК-2, ПК-1)	<p>Цепная реакция деления. Критическая масса. Ядерные реакции с участием нейтронов. Запоздывающие нейтроны и их роль в поддержании и регулировании процесса деления топлива в реакторе.  Общая характеристика продуктов деления ядерного топлива. Выход продуктов деления. Активность продуктов деления.  Основные стадии технологического процесса переработки облученного ядерного топлива.  Подготовительные операции по переработке облученного ядерного топлива.  Механическая обработка тепловыделяющих элементов.  Растворение оболочек тепловыделяющих элементов.  Растворение ядерного топлива на основе урана, его сплавов и соединений.  Растворение ядерного топлива на основе плутония, его сплавов и соединений</p>
5	Аффинажная очистка урана (ОПК-2, ПК-1)	<p>Сорбционный аффинаж урана.  Экстракционный аффинаж урана.  Пероксидный осадительный аффинаж урана.  Оксалатный осадительный аффинаж урана.</p>
6	Осадительные, сорбционные методы концентрирования и очистки урана и тория (ОПК-2, ПК-1)	<p>Окислительно-восстановительные свойства урана, плутония и их значение для технологии переработки отработавшего ядерного топлива.  Экологические аспекты деятельности предприятий ядерного топливного цикла.  Реакторный графит: свойства, области применения,</p>

		<p>способы получения.</p> <p>.Цирконий и его сплавы: свойства, применение, способы получения.</p> <p>Использование бериллия и его сплавов в ядерной технологии.</p> <p>Технология материалов, применяемых для регулирования мощности реактора</p>
7	<p>Получение соединений урана и металлического урана. Обогащение урана по урану-235. Технология тория и его соединений (ОПК-2, ПК-1)</p>	<p>Общая характеристика оксидов урана и их свойств.</p> <p>Способы получения оксидов урана.</p> <p>Аппаратурное оформление процессов получения оксидов урана.</p> <p>Применение оксидов урана.</p> <p>Общая характеристика фторидов урана и их свойств.</p> <p>Способы получения фторидов урана.</p> <p>Аппаратурное оформление процессов получения фторидов урана.</p> <p>Применение фторидов урана.</p>

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

### 1. Примерные рекомендуемые темы теоретической части КР (ОПК-2, ПК-1)

История становления и развития атомной промышленности и атомной энергетики.  
 Ядерно-топливный цикл: основные типы, стадии, передель  
 Уран: содержание в природе, руды, месторождения и способы добычи  
 Радиоактивные природные ряды: основные изотопы, содержание в геологических породах, распространённость  
 Химические свойства основных природных изотопов урана  
 Технологический цикл добычи и первичного обогащения урановой руды  
 Химические основы процессов добычи урана  
 Методы концентрирования урана и тория  
 Оксид и тетрафторид урана: методы получения, химические и физические свойства  
 Физико-химические свойства металлических урана и плутония  
 Сорбционное выщелачивание урановых руд.  
 Обогащение руд: классификация технологий, принцип их реализации, оборудование.  
 Сорбционный и экстракционный аффинаж урана.  
 Оксалатный осадительный аффинаж урана.  
 Экологические аспекты деятельности предприятий ядерного топливного цикла.  
 Сорбционное извлечение урана из растворов: организация процесса, оборудование.  
 Основные конструкционные материалы активной зоны реактора РБМК  
 Физико-химические свойства и получение оксидов урана  
 Физико-химические свойства и получение фторидов урана  
 Метод высокоскоростного центрифугирования: история и современность

### 2. Задания для расчётной части КР (ОПК-2, ПК-1)

**Задание 1.** Выполнить физико-нейтронный расчет гомогенного ядерного реактора на урановом горючем. Замедлитель нейтронов, высоту  $H$  и радиус  $R$  активной зоны, коэффициент размножения нейтронов  $K_{эф}^0$  принять из табл. 1. В результате расчета определить степень обогащения  $X_5^0$  горючего нуклидом  $^{235}U$ .

**Таблица 1**

Вариант	Замедлитель	$H, м$	$R, м$	$K_{эф}^0$	$a$
1	C	3	1,5	1,18	300
2	C	3,2	1,6	1,20	350
3	C	2,5	1,5	1,22	400
4	H <sub>2</sub> O	2,2	1,2	1,24	60
5	H <sub>2</sub> O	2	1	1,26	40
6	Be	3	1,5	1,28	350
7	Be	3,2	1,6	1,30	450
8	C	3,5	1,8	1,32	450
9	D <sub>2</sub> O	4	2	1,34	100
10	D <sub>2</sub> O	3,8	2	1,36	150

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

Текущий контроль в течение десятого семестра осуществляется в форме выполнения и защиты практических работ.

Защита практических работ возможна после проверки правильности их оформления и выполнения. Защита проводится в устной форме в течение занятия.

### **Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для защиты практических работ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные определения и понятия (ОПК-2, ПК-1)	Основные типы ядерных превращений Альфа – распад, бета – распад Ядерная изомерия γ- Излучение ядер. Расчёт энергии связи ядра Расчёт дефекта масс при реакции распада
2	Природные радионуклиды. Уран и торий в природе. Общая характеристика свойств урана и тория (ОПК-2, ПК-1)	Природные радионуклиды и природные радиоактивные элементы. Радиоактивные ряды. Основные минералы урана и тория. Типы месторождений урана и тория и их промышленное значение. Минерально-сырьевые ресурсы урана и тория. Общая характеристика физических и химических свойств урана и тория. Степени окисления. Состояние урана и тория в растворах. Комплексообразование. Гидролиз. Характеристика окислительно-восстановительных свойств
3	Общие принципы построения технологических схем получения ядерного топлива (ОПК-2, ПК-1)	Основные стадии процесса получения ядерного топлива на основе урана. Обоснование необходимости и последовательности проведения отдельных технологических операций

		(переделов). Примеры типовых промышленных схем. Техничко-экономическая оценка отдельных переделов и схем в целом
4	Выщелачивание урана из руд (ОПК-2, ПК-1)	Классификация руд. Рудоподготовительные операции и оборудование. Дробление и измельчение руд. Обогащение руд: классификация технологий, принцип их реализации, оборудование. Физико-химические основы процессов, условия проведения, оборудование, контроль процессов. Классификация и суть различных технологий выщелачивания урана из руд (вскрытия урановых руд). Выбор и обоснование технологии вскрытия урановых руд.
5	Аффинажная очистка урана (ОПК-2, ПК-1)	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
6	Осадительные, сорбционные методы концентрирования и очистки урана и тория (ОПК-2, ПК-1)	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
7	Получение соединений урана и металлического урана. Обогащение урана по урану-235. Технология тория и его соединений (ОПК-2, ПК-1)	Аппаратурное оформление процессов получения фторидов урана. Применение фторидов урана. Обогащение урана по нуклиду уран-235. Общая характеристика и принципы организации методов разделения нуклидов. Разделительное оборудование. Свойства металлического урана. Методы получения металлического урана. Электрохимические методы. Металлотермические методы: кальциетермия и магниетермия. Рафинирование металла. Применение металлического урана. Общая технологическая схема получения ядерного топлива на основе тория и его соединений. Вскрытие ториевых руд. Гидрометаллургические процессы получения ториевых концентратов. Аффинажная очистка тория. Получение промышленно значимых соединений тория и металлического тория.

## 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

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

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание способы классификации производственных физических и химических процессов на объекте профессиональной деятельности.
	Знание основных стадий производства ядерного топливного цикла
	Знание нормативно-правовую документацию в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетики.
Умения	Умение определять и анализировать производственные процессы на объекте профессиональной деятельности
	Умение анализировать уровень радиационной безопасности при эксплуатации оборудования радиационно-опасных объектов атомной энергетики
Навыки	Работа с приборами и оборудованием, используемым на объекте профессиональной деятельности
	Оценка уровня радиационной безопасности ядерно-энергетических установок

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ОПК-2 Способен анализировать и применять знания и опыт в сфере техносферной безопасности для решения задач в профессиональной деятельности ОПК-2.2 Анализирует и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности				
Знание способы классификации производственных физических и химических процессов на объекте профессиональной деятельности.	Не знает классификацию производственных физических и химических процессов на объекте профессиональной деятельности.	Частично излагает либо допускаются неточности при изложении классификации производственных физических и химических процессов на объекте профессиональной деятельности	По существу, самостоятельно излагает классификацию производственных физических и химических процессов на объекте профессиональной деятельности, но допускает	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает классификацию производственных физических и химических процессов на объекте профессиональной деятельности

			незначительные ошибки.	
Знание основных стадий производства ядерного топливного цикла	Не знает основных стадий производства ядерного топливного цикла	Частично излагает либо допускаются неточности при изложении основных стадий производства ядерного топливного цикла.	По существу, самостоятельно излагает содержание основных стадий производства ядерного топливного цикла	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает описание основных стадий производства ядерного топливного цикла.
ПК-1 Способен планировать и контролировать работы в области ядерной, радиационной и экологической безопасности, в том числе, в соответствии с действующей нормативно-правовой базой ПК-1.2 Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла				
Знание нормативно-правовую документацию в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетики.	Не знает нормативно-правовую документацию в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетики	Частично излагает либо допускаются неточности при изложении основных документов нормативно-правовой документаций в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетики.	По существу, самостоятельно излагает содержание основных документов нормативно-правовой документаций в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетики.	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает содержание основных и второстепенных документов нормативно-правовой документаций в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетики.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ОПК-2 Способен анализировать и применять знания и опыт в сфере техносферной безопасности для решения задач в профессиональной деятельности ОПК-2.2 Анализирует и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности				
Умение определять и анализировать производственные процессы на объекте профессиональной деятельности	Не может определять и анализировать производственные процессы на объекте профессиональной деятельности	Допускает неточности и ошибки при определении и анализе производственных процессов на объекте профессиональной деятельности	Правильно, но с небольшими неточностями проводит определение и анализ производственных процессов на объекте профессиональной деятельности	Квалифицированно, грамотно и без ошибок проводит определение и анализ производственных процессов на объекте профессиональной деятельности.
ПК-1 Способен планировать и контролировать работы в области ядерной, радиационной и экологической безопасности, в том числе, в соответствии с действующей нормативно-правовой базой ПК-1.2 Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла				



Умение анализировать уровень радиационной безопасности при эксплуатации оборудования радиационно-опасных объектов атомной энергетики	Не может анализировать уровень радиационной безопасности при эксплуатации оборудования радиационно-опасных объектов атомной энергетики	Допускает неточности и ошибки при анализе уровня радиационной безопасности при эксплуатации оборудования радиационно-опасных объектов атомной энергетики.	Правильно, но с небольшими неточностями проводит анализ уровня радиационной безопасности при эксплуатации оборудования радиационно-опасных объектов атомной энергетики.	Квалифицированно, грамотно и без ошибок проводит анализ уровня радиационной безопасности при эксплуатации оборудования радиационно-опасных объектов атомной энергетики.
--	--	---	---	---

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ОПК-2 Способен анализировать и применять знания и опыт в сфере техносферной безопасности для решения задач в профессиональной деятельности ОПК-2.2 Анализирует и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности				
Работа с приборами и оборудованием, используемым на объекте профессиональной деятельности	Не владеет навыками работы с приборами и оборудованием, используемым на объекте профессиональной деятельности.	С дополнительной помощью владеет навыками работы с приборами и оборудованием, используемым на объекте профессиональной деятельности.	Владеет необходимыми навыками работы с приборами и оборудованием, на объекте профессиональной деятельности, но допускает небольшие неточности.	Квалифицированно владеет навыками работы с приборами и оборудованием, используемым на объекте профессиональной деятельности.
ПК-1 Способен планировать и контролировать работы в области ядерной, радиационной и экологической безопасности, в том числе, в соответствии с действующей нормативно-правовой базой ПК-1.2 Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла				
Оценка уровня радиационной безопасности ядерно-энергетических установок	Не владеет навыками оценки уровня радиационной безопасности ядерно-энергетических установок.	С дополнительной помощью владеет навыками корректной оценки уровня радиационной безопасности ядерно-энергетических установок.	Владеет необходимыми навыками корректной оценки уровня радиационной безопасности ядерно-энергетических установок, но допускает небольшие неточности.	Квалифицированно владеет навыками корректной оценки уровня радиационной безопасности ядерно-энергетических установок.

## 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 лекционных занятий, практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Лекционная аудитория: персональный компьютер, подключенный к сети «Интернет», мультимедийный проектор, экран с электроприводом, доска магнитно-меловая, информационные стенды.
2.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Учебно-исследовательская лаборатория: персональные компьютеры, подключенные к сети «Интернет», проектор, раздвижной экран, телевизор, видео- и DVD- проигрыватель, информационные стенды.
3.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Учебно-исследовательская лаборатория: персональный компьютер, подключенный к сети «Интернет», проектор, передвижной экран, информационные стенды, специализированная мебель, вытяжные шкафы.
4.	Специализированная лаборатория радиационного контроля	Специализированная мебель, информационные стенды, персональные компьютеры, подключенные к сети «Интернет», Альфа-бета радиометр УМФ-2000, сцинтилляционный гамма-бета- спектрометр «Прогресс», дозиметр-радиометр «ДРБП-03» с блоками детектирования, дозиметр-радиометр «ДКС-96» с блоками детектирования, радиометр радона РРА-01М-01 «Альфарад», радиометр радона «Альфарад плюс АРП», анализатор газортутный переносной АГП-01-2М, измеритель параметров электрического и магнитного полей ВЕ-метр-АТ-002, универсальный прибор газового контроля УПГК-ЛИМБ.
5.	Методический кабинет	Специализированная мебель; персональный компьютер, подключенный к сети «Интернет», учебно-методические комплексы дисциплин.
6.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.

## 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

### 6.3.1. Перечень основной литературы

1. Родненков, В. Г. Основы радиационной безопасности [Электронный ресурс] : пособие для студентов инженерно-технических специальностей / Родненков В. Г. - Минск : ТетраСистемс, 2011. - 208 с. Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=78468](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=78468)

2. Едаменко О.Д. Защита от ионизирующих излучений: учеб.пособие / О.Д. Едаменко, Р.Н. Ястребинский, Н.И. Черкашина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 82 с.

3. Павленко В.И. Источники ионизирующих излучений / В.И. Павленко, О.Д. Едаменко, Н.И. Черкашина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 244 с.

4. Технологии обеспечения радиационной безопасности на объектах с ЯЭУ. / В. А. Василенко [ и др. ] ; под общ. ред. В. А. Василенко. – СПб. : ООО "НИЦ «Моринтех»", 2010. – 576 с.

5. Прояев, В.В. Технологии реабилитации загрязненных территорий и промышленных площадок: учебное пособие /В.В. Прояев; СПбГТИ(ТУ) – СПб.: 2010. – 164 с.

6. Рылов, М. И. В мире дозообразующих радионуклидов: Справочно-информационное издание / М. И. Рылов, М. Н. Тихонов; Межотраслевой экспертно-сертификац. науч.-техн. и контрол. центр ядер. и радиац. безопасности РЭСцентр. – СПб.: РЭСцентр, 2011. - 243 с.

7. Сапожников, Ю. А. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика: учеб. пособие / Ю. А. Сапожников, Р. А. Алиев, С. Н. Калмыков. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 286 с.

8. Мархоцкий, Я. Л. Основы радиационной безопасности населения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Мархоцкий Я. Л. - Минск : Высшэйшая школа, 2011. - 224 с. Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9789850624284-SCN0001.html>

9. Голашвили Т.В. Справочник нуклидов-4. – М. Изд. дом МЭИ, 2010 59с.

10. Черняев А.П. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом : учеб. пособие / А. П. Черняев. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 151 с.

11. Матюхин П.В. Основы радиационного контроля: учебное пособие для специальностей и направлений подготовки 20.00.00 "Техносферная безопасность и природообустройство", бакалавров 20.03.01 "Техносферная безопасность"/ П.В. Матюхин, Р.Н. Ястребинский, Н.И. Черкашина, А.А. Карнаухов. – Белгород: Изд-во БГТУ им В.Г. Шухова, 2016.- 166с.

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

1. Министерство науки и высшего образования РФ: <http://minobrnauki.gov.ru>
2. Российское образование ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПОРТАЛ: <http://www.edu.ru>
3. Сайт НТБ БГТУ им. В.Г. Шухова: <http://ntb.bstu.ru>
4. Электронно-библиотечная система «IPRBooks»: <http://www.iprbookshop.ru>
5. Электронная библиотечная система издательства «Лань»: <http://e.lanbook.com>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>
7. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (Библиоклуб.ру): <http://biblioclub.ru/>
8. Концерн Росэнергоатом: <https://www.rosenergoatom.ru>
9. государственная корпорация Роскосмос: <https://www.roscosmos.ru>
10. НПП ДОЗА: <https://www.doza.ru>