

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»

СОГЛАСОВАНОЮ  
Директор института магистратуры

  
Яроленко И. В.  
«17» 05 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ХТИ

  
Ястребинский Р.Н..  
«17» 05 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**  
**«Кондиционирование и утилизация РАО»**

направление подготовки:

20.04.01 - Техносферная безопасность

Направленность программы (профиль, специализация):

Радиационная и электромагнитная безопасность

Квалификация  
Магистр

Форма обучения  
Очная

**Институт:** Химико-технологический институт

**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 приказа Минобрнауки России от 25 мая 2020 г. № 678
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель, д.т.н., доцент  (Ястребинский Р.Н.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » 05 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:  (В.И. Павленко)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
Теоретической и прикладной химии  
(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой:  (В.И. Павленко)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 13 » 05 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель  (Л.А. Порожнюк)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 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
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способ оценивать и анализировать результаты контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разрабатывать мероприятия по её улучшению	ПК-2.4 Анализирует радиационную ситуацию и контролирует безопасность при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами	<p>В результате изучения раздела студент должен</p> <p><b>Знать:</b> Особенности переработки и кондиционирования органических и неорганических жидких и твердых радиоактивных отходов. Методы и технологии обеспечения безопасности при длительном хранении и захоронении твердых высокоактивных отходов.</p> <p><b>Уметь:</b> Применять перспективные методы переработки и захоронения радиоактивных отходов.</p> <p><b>Владеть:</b> Способами и методами переработки и кондиционирования радиоактивных отходов.</p>
		ПК-2.5. Определяет уровни негативных воздействий ионизирующих излучений на человека и окружающую среду	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> Основные методы кондиционирования и утилизации РАО, основные законодательные акты России и международные соглашения в области переработки радиоактивных отходов и правовой статус особо охраняемых территорий.</p> <p><b>Уметь:</b> Использовать нормативные акты по содержанию радиоактивных веществ в окружающей среде; устанавливать причины, степень опасности и возможное развитие экологической ситуации, основанной на радиоактивном загрязнении.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками разработки рекомендаций по снижению негативных воздействий на объекты окружающей среды в процессах переработки, кондиционирования и утилизации радиоактивных отходов.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. **Компетенция** ПК-2 Способен оценивать и анализировать результаты контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разрабатывать мероприятия по её улучшению.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Дозиметрия и контроль
2	Безопасность ядерно-энергетических установок
3	Кондиционирование и утилизация радиоактивных отходов
4	Радиохимия и технология изотопов
5	Методы защиты от ионизирующих излучений

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4зач. единиц, 144 часов.

Форма промежуточной аттестации Экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	55	55
лекции	17	17
лабораторные	-	-
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	89	89
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Экзамен	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час.			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные з анятия	Самостоятельная ра- бота на подготовку к аудиторным занятиям
1. Технология переработки жидких отходов низкого и среднего уровня активности					
	Общие требования. Осадительные методы: коагуляция с использованием солей переходных металлов, алюминия, фосфатов; механизмы и эффективность очистки; способы интенсификации процесса; методы расчета и конструкции суспензионных сепараторов; фильтрование. Выпаривание: преимущества и недостатки; оценка эффективности; типовые конструкции аппаратов и технологические схемы, методы борьбы с пено- и накипеобразованием. Сорбционные и ионообменные методы переработки: основные характеристики материалов и закономерности процессов, расчет кинетики; показатели очистки. Электродиализ, обратный осмос, ионная флотация: закономерности, принципиальные схемы, свойства мембран, показатели процессов. Переработка концентратов и пульп: отстаивание-фильтрация, вымораживание, центрифугирование.	4	8		18
2. Особенности переработки и отверждения органических РАО.					
	Особенности, классификация, общая схема обращения с органическими отходами низкого и среднего уровня активности. Критический обзор перспективных методов переработки, преимущества, недостатки, состояние технологии. Блок-схемы и материальные потоки процессов шлакующего сжигания, кислотной варки, пиролиза и окислительного обугливания. Абсорбция, мокрое окисление. Газоочистка: характеристики основного оборудования и эффективности процессов.	4	8	-	18
3. Критерии, требования и методы обеспечения качества при переработке высокоактивных отходов.					
	Блок схема процесса отверждения и упаковки высокоактивных отходов (ВАО). Детальный анализ содержания международных рекомендаций по контролю и	2	4		13

	обеспечению переработки ВАО.				
4.	Длительное хранение и захоронение твердых высокоактивных отходов.				
	Основные концепции, их технологическое воплощение: шведский вариант, канадский вариант; состояние дел по захоронению отвержденных ВАО в России. Проблема обращения с отработавшим ядерным топливом реакторов РБМК.	2	4		13
5.	Контейнеры для хранения ОЯТ.				
	Контейнеры системы CASTOR. Контейнеры CONSTOR. Модули NUHOMS. Контейнеры TN 24.	3	10		16
6.	Нетрадиционные и перспективные методы утилизации РАО.				
	Перспективы создания орбитальных и космических хранилищ РАО и заводов по их переработке. Перспективы утилизации РАО в солнечной короне. Перспективы утилизации радиоактивных отходов с использованием микроволновой энергии.	2	-		11
	Итого	17	34		89

#### 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
1	2	3	4	5
семестр № 3				
1	Технология переработки жидких отходов низкого и среднего уровня активности.	Методы переработки жидких отходов низкого и среднего уровня активности.	8	8
2	Особенности переработки и отверждения органических РАО.	Методы переработки и отверждения органических РАО.	8	8
3	Критерии, требования и методы обеспечения качества при переработке высокоактивных отходов.	Контроль и обеспечение переработки высокоактивных отходов.	4	4
4	Длительное хранение и захоронение твердых высокоактивных отходов.	Обеспечение безопасного хранения и захоронения твердых высокоактивных отходов.	4	4

5	Контейнеры для хранения ОЯТ.	Расчет защитных контейнеров для хранения ОЯТ.	10	10
ИТОГО:			34	34

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторное занятие не предусмотрено учебным планом.

### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Выполнение курсового проекта/работы не предусмотрено учебным планом.

### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Выполнение расчетно-графических, индивидуальных домашних заданий не предусмотрено учебным планом.

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

### 5.1. Реализация компетенций

1. **Компетенция ПК 2.** Способен оценивать и анализировать результаты контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разрабатывать мероприятия по её улучшению

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.4 Анализирует радиационную ситуацию и контролирует безопасность при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами	Решение практических заданий, собеседование, устный опрос, экзамен
ПК-2.5. Определяет уровни негативных воздействий ионизирующих излучений на человека и окружающую среду	Решение практических заданий, собеседование, устный опрос, экзамен

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины: экзамена (2-й курс, 3-й семестр).

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Технология переработки жидких отходов низкого и среднего уровня активности.	Осадительные методы: коагуляция с использованием солей переходных металлов, алюминия, фосфатов; механизмы и эффективность очистки; способы интенсификации процесса; методы расчета и конструкции суспензионных сепараторов; фильтрование. Выпаривание: преимущества и недостатки; оценка эффективности; типовые конструкции аппаратов и технологические схемы, методы борьбы с пено- и накипеобразованием. Сорбционные и ионообменные методы переработки: основные характеристики материалов и закономерности процессов, расчет кинетики; показатели очистки. Электродиализ, обратный осмос, ионная флотация: закономерности, принципиальные схемы, свойства мембран, показатели процессов. Переработка концентратов и пульп: отстаивание-фильтрация, вымораживание, центрифугирование.
2	Особенности переработки и отверждения органических РАО.	Особенности, классификация, общая схема обращения с органическими отходами низкого и среднего уровня активности. Критический обзор перспективных методов переработки, преимущества, недостатки, состояние технологии. Блок-схемы и материальные потоки процессов шлакующего сжигания, кислотной варки, пиролиза и окислительного обугливания. Абсорбция, мокрое окисление. Газоочистка: характеристики основного оборудования и эффективности процессов.
3	Критерии, требования и методы обеспечения качества при переработке высокоактивных отходов.	Блок-схема процесса отверждения и упаковки высокоактивных отходов (ВАО). Детальный анализ содержания международных рекомендаций по контролю и обеспечению переработки ВАО.
4	Длительное хранение и захоронение твердых высокоактивных отходов.	Основные концепции, их технологическое воплощение: шведский вариант, канадский вариант; состояние дел по захоронению отвержденных ВАО в России. Проблема обращения с отработавшим ядерным топливом реакторов РБМК.
5	Контейнеры для хранения ОЯТ.	Контейнеры системы CASTOR. Контейнеры CONSTOR. Модули NUHOMS. Контейнеры TN 24.
6	Нетрадиционные и перспективные методы утилизации РАО	Перспективы создания орбитальных и космических хранилищ РАО и заводов по их переработке. Перспективы утилизации РАО в солнечной короне. Перспективы утилизации радиоактивных отходов с использованием микроволновой энергии.



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

Выполнение курсового проекта/курсовой работы не предусмотрено учебным планом.

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме практических занятий, которые включают решение задач по каждой теме. Текущий контроль изучения теоретического материала возможен экспресс-методом контроля знаний с использованием тестирования.

### Типовые задачи для практических занятий:

**Задача 1.** Определить массу 1 Бк  $^{210}\text{Po}$  ( $T_{1/2} = 138$  сут.,  $A_m = 210$ ).

**Задача 2.** Определить активность 1 г  $^{226}\text{Ra}$  ( $T_{1/2} = 1620$  лет,  $A_m = 226$ ).

**Задача 3.** Определить активность 1 г: а)  $^{226}\text{Ra}$ ; б) природного урана; в)  $^{239}\text{Pu}$

**Задача 4.** Определить плотность потока  $\gamma$ -квантов с энергией  $E_0 = 1\text{МэВ}$ , создающего в биологической ткани допустимую мощность поглощенной дозы  $P = 7,7 \cdot 10^9$  Гр/с ( $7,7 \cdot 10^{-7}$  рад/с).

**Задача 5.** В организм человека через органы пищеварения попал 1 мг нептуния  $^{237}\text{Np}$ . Оценить поглощенную дозу в организме этого человека за десятилетний период.

**Задача 6.** Оценка радиационной обстановки по данным разведки. В 10.00  $P_1 = 20$  Р/ч; в 10.15  $P_2 = 18$  Р/ч.

**Задача 7.** Определить массу радиоактивной воды активностью  $10^6$  Бк, если известно, что она содержит в качестве основного радионуклида 10 г  $^{222}\text{Rn}$ .  $^{222}\text{Rn}$   $T_{1/2} = 3,8$  суток.

**Задача 8.** Уровни радиации на маршруте движения, измеренные через равные промежутки времени и приведенные к 1 часу после взрыва: 5; 10; 40; 70; 100; 80; 30; 3 Р/ч. Длина маршрута – 80 км; скорость движения – 40 км/час; начало движения – через 2 часа после взрыва.

**Задача 9.** Время начала работ – 5 часов после взрыва.  $P_{1ч} = 50$  Р/ч;  $D_{\text{доп}} = 4$  Р;  $K_{\text{осл}} = 7$ . Определить допустимое время пребывания (работы) на зараженной территории.

**Задача 10.** Определить активность 10 кг ТРО, содержащих 10 г  $^{226}\text{Ra}$ , 6 г  $^{239}\text{Pu}$ , 30 г  $^{238}\text{U}$ , 80 г  $^{234}\text{U}$  и 110 г  $^{210}\text{Po}$ . К какому классу относится данное ТРО?

## Пример типового экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ХИМИИ  
Дисциплина "Кондиционирование и утилизация РАО", направление 20.04.01

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

1. Выпаривание РАО: преимущества и недостатки; оценка эффективности; типовые конструкции аппаратов и технологические схемы, методы борьбы с пено- и накипеобразованием
2. Абсорбция, мокрое окисление.
3. Уровни радиации на маршруте движения, измеренные через равные промежутки времени и приведенные к 1 часу после взрыва: 5; 10; 40; 70; 100; 80; 30; 3 Р/ч. Длина маршрута – 80 км; скорость движения – 40 км/ч; начало движения – через 3 часа после взрыва.

Одобрено на заседании кафедры " " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г, протокол №

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Павленко В.И.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме 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 терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Полнота ответов на вопросы
	Объем освоенного материала
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Полнота выполненного задания
	Умение справляться с задачами, вопросами и другими видами применения знаний
	Умение обосновывать принятое решение при видоизменении заданий
	Умение применять теорию при решении практических заданий
	Умение сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам
Навыки	Выбор методики выполнения задания
	Владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы
	Анализ и обоснование результатов выполненных заданий
	Навыки теоретического и экспериментального исследований
	Владеет навыками планирования, постановки и обработки эксперимента

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
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает основные термины и определения радиоактивности, ядерных реакций, основные методы кондиционирования и утилизации РАО, но допускает неточности формулировок. Допускает неточности при описании	Знает основные методы кондиционирования и утилизации РАО, основные законодательные акты России и международные соглашения в области переработки радиоактивных отходов и правовой статус особо охраняемых территорий, но допускает неточности формулировок. Излагает основные понятия, природу и сущность явлений и процессов, лежащих в основе процессов при ядерных превращениях, но допускает неточности по описанию технологических процессов разделения изотопов и радиоактивных веществ	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает основные методы кондиционирования и утилизации РАО, основные законодательные акты России и международные соглашения в области переработки радиоактивных отходов и правовой статус особо охраняемых территорий. Правильно описывает технологические процессы разделения изотопов и радиоактивных веществ, основные методы и способы обеспечения безопасности человека.
Знание основ-	Не знает ос-	Обучающийся допускает неточно-	Знает основные методы и технологии	Исчерпывающе, последовательно, четко

ных закономерностей соотношений, принципов	новых закономерностей процессов, лежащих в основе процессов при кондиционирования и утилизации РАО	сти при изложении основных методов и технологий обеспечения безопасности при длительном хранении и захоронении твердых высокоактивных отходов. Знает об основных методах решения задач по изученным разделам.	обеспечения безопасности при длительном хранении и захоронении твердых высокоактивных отходов. Объясняет методы решения задач по изученным разделам.	и логически стройно излагает основные особенности переработки и кондиционирования органических и неорганических жидких и твердых радиоактивных отходов; методы и технологии обеспечения безопасности при длительном хранении и захоронении твердых высокоактивных отходов. Самостоятельно может изложить методы решения задач по изученным разделам.
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не в полном объеме	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности. Неверно излагает и интерпретирует знания	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности. Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Излагает знания без нарушений в логической последовательности. Грамотно и по существу излагает знания	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя. Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Полнота выполнения задания	Не умеет применять основные методы переработки и захоронения радиоактивных отходов	Допускает неточности и ошибки при применении перспективных методов переработки и захоронения радиоактивных отходов	Умеет применять основные методы переработки и захоронения радиоактивных отходов.	Квалифицированно применяет знания перспективных методов переработки и захоронения радиоактивных отходов
Умение справ-	Не справляется с	Допускает неболь-	Грамотно и без	Грамотно и без

латься с задачами, вопросами и другими видами заданий применения знаний	простейшими задачами, вопросами и другими видами заданий	шие замечания при выполнении простейших задач, вопросов и других видов заданий	ошибок справляется с простейшими задачами, вопросами и другими видами заданий	ошибок справляется с простейшими и повышенной сложности задачами, вопросами и другими видами заданий
Умение обосновывать принятое решение при видоизменении заданий	Не может предложить решение при видоизменении заданий	Допускает ошибки при обосновании принятого решения при видоизменении заданий	Может обосновать принятое решение при видоизменении заданий, допуская незначительные ошибки	Грамотно и аргументировано может обосновать принятое решение при видоизменении заданий
Умение применять теорию при решении практических заданий	Не знает теорию и не умеет ее применять при решении практических заданий	Знает теорию, но не умеет ее применять при решении практических заданий	Знает теорию, умеет ее применять при решении практических заданий, допуская незначительные ошибки	Знает и грамотно применяет теорию при решении практических заданий
Умение сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам	Не умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам	Умеет сравнивать и сопоставлять полученные результаты без обобщения и выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам, допуская незначительные ошибки	Грамотно и аргументировано умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Выбор методики выполнения задания	Не владеет навыками выбора способов и методов переработки и кондиционирования радиоактивных отходов. Не владеет навыками поиска данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов	Владеет, с дополнительной помощью, навыками решения теоретических и практических задач по переработке и кондиционированию радиоактивных отходов. Обладает приемами поиска данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов, но допускает	Владеет навыками выбора основных способов и методов переработки и кондиционирования радиоактивных отходов. Обладает приемами поиска данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.	Владеет навыками выбора способов и методов переработки и кондиционирования радиоактивных отходов. Самостоятельно и в полном объеме выполняет анализ и оценку полученной информации, владеет приемами самостоятельного поиска всех необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.

		ошибки		
Владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы	Не владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы	Владеет приемами поиска информации из интернет-источников	Владеет приемами поиска информации из учебной литературы	Владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы
Анализ и обоснование результатов выполненных заданий	Не владеет навыками по анализу и обоснованию результатов выполненных заданий	Владеет навыками по анализу, но не может обосновать результаты выполненных заданий	Владеет навыками по анализу и обоснованию результатов выполненных заданий, допуская незначительные ошибки	Владеет навыками по анализу и обоснованию результатов выполненных заданий
Навыки теоретического и экспериментального исследований	Не владеет навыками теоретического и экспериментального исследований	Владеет навыками теоретического исследования	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследований, допуская незначительные ошибки	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследований
Владеет навыками планирования, постановки и обработки эксперимента	Не владеет навыками планирования, постановки и обработки эксперимента	Владеет навыками планирования и постановки, без обработки результатов эксперимента	Владеет навыками планирования, постановки и обработки эксперимента, допуская незначительные ошибки	Владеет навыками планирования, постановки и обработки эксперимента

## 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
	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, УК № 2, № 325	Специализированная мебель, компьютер, проектор, экран с электроприводом, доска магнитно-меловая, информационные стенды для проведения лекционных занятий.
	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Персональные компьютеры под управлением ОС Windows, компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий УК № 2, № 301	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, переносной экран, компьютер, лабораторные столы, вытяжные шкафы, сушильный шкаф, термостат, аналитические весы, электро-

		лизер, электрические плитки, рН-метр, информационные стенды, лабораторная посуда.
	Компьютерный класс кафедры для проведения практических занятий УК 2 № 327	Специализированная мебель. Персональные компьютеры под управлением ОС Windows, компьютерная техника, демонстрационный экран, диапроектор, плакаты, схемы, слайды

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№ п/п	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 19.08.2022г.
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. Бекман, И. Н. Ядерные технологии : учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман. - 2-е изд., испр. и доп. - М : Юрайт, 2017. - 401 с.
2. Тулякова, О.В. Радиационная экология: организация самостоятельной работы студентов: методическое пособие / О.В. Тулякова. - Москва : Директ-Медиа, 2014. - 87 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235803>
3. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности. ОСПОРБ-99. Санитарные правила СП 2.6.1.79-999. 2.6.1. Ионизирующее излучение. Радиационная безопасность : утв. 27 дек. 1999 г. - Введ. с 01.07.2000. - Москва : НПК "Апрохим", 2000. - 90 с.
4. Балаков, Ю.Н. Безопасность энергоустановок в вопросах и ответах [Электронный ресурс]: практ. пособие : в 2-х ч. / Ю. Н. Балаков. Ч. 1 : Устройство

и эксплуатация энергоустановок. М. : Издательский дом МЭИ, 2008. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/8122> .

5. Балаков, Ю.Н. Безопасность энергоустановок в вопросах и ответах [Электронный ресурс]: практ. пособие : в 2-х ч. / Ю. Н. Балаков. Ч. 2 : Охрана труда и техника безопасности. М. : Издательский дом МЭИ, 2008. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/8123> .

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

1. Российское образование ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПОРТАЛ: <http://www.edu.ru/>
2. И.А. Андрюшин, Ю.А. Юдин. Обзор проблем обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом / Издательство: Типография ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", г.Саров. 2010:  
<http://npc.sarov.ru/issues/spentfuel.html>
3. «Система государственного учёта и контроля РВ и РАО и обращение с радиоактивными отходами»: <http://www.atomic-energy.ru/articles/2016/08/23/68476>
4. 5 лет после аварии на "Фукусиме": как Япония решает проблему ядерных отходов: <http://www.atomic-energy.ru/SMI/2016/03/14/64130>
5. Химический каталог: <http://www.ximicat.com/>
6. Химический портал ChemPort.Ru: <http://www.chemport.ru>
7. Сайт о химии ХиМиК: <http://www.xumuk.ru/>
8. Электронно-библиотечная система IPRBooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
9. Электронная библиотечная система изд-ва Лань: <http://e.lanbook.com>
10. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова: <https://elib.bstu.ru/>
11. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
12. Электронно-библиотечная система «Book On Lime»: <https://bookonline.ru/>
13. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>
14. Национальная электронная библиотека: <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/>
15. Электронная библиотечная система «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
16. Электронная библиотека НИУ БелГУ: <http://library-mp.bsu.edu.ru/MegaPro/Web>



## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ /20\_\_\_\_ учебный год без изменений/с изменениями, дополнениями

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО