

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ХТИ

Ястребинский Р.Н.

2021 г.

« 17 »



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения
радиоактивных отходов**

направление 18.05.02 – Химическая технология материалов современной
энергетики

Специализация 18.05.02-06 – Ядерная и радиационная безопасность на объектах
использования ядерной энергетики

Квалификация)
инженер

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 – специалитет по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, утвержденного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации 07 августа 2020г., приказ №913
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021 году.

Составитель, д.т.н., проф.  (Ястребинский Р.Н.)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » 05 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.И. Павленко)

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

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.И. Павленко)

« 13 » 05 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией ХТИ

« 15 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доц.  (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
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен планировать работы по организации контроля состояния ядерной, радиационной, экологической, безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.	ПК-1.1 Использует знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основных источников образования радиоактивных отходов и нормативно-правовых аспектов обращения с РАО; - радиационных и радиологических характеристик различных классов активности РАО и их изменение от времени хранения. <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач. <p>Навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - владения методами и средствами дозиметрического контроля загрязненных радиоактивными отходами территорий.
	ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности	ПК-2.1 Анализирует радиационную ситуацию и контролирует безопасность при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основных принципов обращения с РАО, требований и методов обеспечения качества при переработке радиоактивных отходов; - технологии переработки, захоронения и долгосрочной изоляции жидких и твердых радиоактивных отходов. <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать радиационную ситуацию и разрабатывать мероприятия по обеспечению ядерной безопасности. <p>Навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - владения основными способами, устройствами и техническими средствами сбора и транспортирования радиоактивных отходов, обеспечения радиационной безопасности.
		ПК-2.3 Использует методы определения активности радионуклидов в объектах среды и расчета дозовой нагрузки на критическую группу населения	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методов сбора, транспортирования и временного хранения РАО; - методов переработки жидких и твердых радиоактивных отходов; - методов захоронения РАО низкой, средней активности и отработанного ядерного топлива. <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать методы безопасного проведения работ с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения.

			Навыки: - владения средствами защиты при обращении с радиоактивными отходами; - владения методами радиометрических измерений и средствами снижения активности радиоактивных отходов.
--	--	--	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1 Способен планировать работы по организации контроля состояния ядерной, радиационной, экологической, безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Введение в специальность
2	Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения радиоактивных отходов
3	Радиационно-защитное материаловедение
4	Законодательство в области использования атомной энергии
5	Основы научных исследований
6	Практические основы организации научно-исследовательской работы
7	Управление в чрезвычайных ситуациях
8	Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций
9	Радиохимия
10	Химия и технология редких и благородных металлов
11	Учебная ознакомительная практика
12	Производственная преддипломная практика
13	Подготовка и процедура защиты и защита выпускной квалификационной работы

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	Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения радиоактивных отходов

3	Основы радиационной безопасности
4	Радиобиология
5	Радиационная экология
6	Ядерно-энергетические установки
7	Методы обеспечения радиационной безопасности персонала и населения
8	Радиационный мониторинг и расчёт дозовой нагрузки на критическую группу населения
9	Производственная преддипломная практика
10	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
11	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации зачет, экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 9	Семестр №10
Общая трудоемкость дисциплины, час	360	144	216
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	144	71	73
лекции	68	34	34
лабораторные	-	-	-
практические	68	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	8	3	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	216	73	143
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	64	98
Зачет, экзамен	36		36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 5 Семестр 9

№ 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. Источники образования радиоактивных отходов					
	Отходы, образующиеся в ядерном топливном цикле: при добыче руды; при переработке руды; при аффинаже; при производстве гексафторида и разделении изотопов; при изготовлении топлива; при изготовлении МОХ-топлива; при получении электроэнергии на АЭС; при открытом и замкнутом топливных циклах; при обращении с ОЯТ. Отходы не связанные с ядерным топливным циклом.	6	6		8
2. Нормативно-правовые аспекты обращения с РАО.					
	Нормативно-правовое обеспечение. Основные нормативные документы. Нормы радиационной безопасности. Санитарные правила по обращению с радиоактивными отходами.	2	-	-	8
3. Радиационное загрязнение окружающей среды					
	Естественный радиационный фон. Техногенные радионуклиды. Медицинские исследования.	2	-		4
4. Основные принципы обращения с РАО.					
	Принципы обращения с РАО. Основные подходы к методам обращения с РАО. Основные методы переработки РАО. Очистка газообразных РАО.	4	8		8
5. Методы переработки жидких РАО					
	Отстаивание. Выпарка. Фильтрация. Соосаждение. Коагуляция. Флокуляция и коагуляция. Электромембранные методы. Сорбционные методы.	4	4		8
6. Методы отверждения жидких РАО					
	Битумирование. Отверждаемые эпоксиакриловые композиции. Глубокое упаривание. Цементирование. Кальцинация. Остекловывание. Включение в керамику.	4	8		8
7. Переработка твердых РАО					
	Предварительная обработка ТРО. Переработка прессуемых ТРО. Переработка горючих ТРО. Переработка металлические ТРО.	4	4		8

8. Долгосрочная изоляция радиоактивных отходов.					
	Принципы обезвреживания РАО. Типы хранилищ и требования к ним. Хранение отходов низкого и среднего уровня активности. Высокоактивные отходы и ОЯТ. Геологические среды для захоронения РАО. Системное решение проблемы выбора геологической среды. Потенциальные геологические формации для захоронения РАО. Захоронение РАО в морях и водах мирового океана. Контроль радиологической ситуации в морских районах. Идеи захоронения РАО в космосе.	8	4		12
	Итого	34	34		64

Курс 5 Семестр 10

№ 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. Радиохимическая переработка отработанного ядерного топлива (ОЯТ)					
	Регенерация U и PU — первый этап переработки ОЯТ. Фракционирование высокоактивных отходов (ВАО) и выделение актиноидов. Выделение долгоживущих продуктов деления. Вывод АЭС из эксплуатации. Особенности технологии хранения жидких ВАО в емкостях	4	-		16
10. Технологии остекловывания ВАО.					
	Виды технологий остекловывания. Особенности структуры стекла для остекловывания отходов. Нарушение стабильности остеклованных отходов. Основные факторы, влияющие на выщелачивание стекол. Радиолиз воды и стабильность стекла	6	4		12
11. Технологии создания расплава.					
	Технологии использования электропечей. Технологии производства расплава «на месте». Использование плазменной «дуги». Индукционный нагрев. Нагрев СВЧ-излучением.	6	6		16
12. Опыт остекловывания высокоактивных РАО.					
	РАО США и проблема остекловывания. Выщелачивание остеклованных отходов и моделирование на большие периоды времени. Коррозия стекол. Остекловывание актиноидов. Радиационные эффекты в остекловывании	6	6		18

	ванных РАО. Остекловывание РАО в Бельгии. Остекловывание во Франции. Остекловывание в Японии. Остекловывание в Великобритании. Остекловывание в России.				
13. Технологии хранения ОЯТ.					
	Общие особенности технологий хранения ОЯТ. Хранение ОЯТ в приреакторных бассейнах. «Мокрое» хранение. «Сухое» хранение. V-хранилища (Vaults, камеры). Контейнеры (Casks). S-системы (Silos, ячейки железобетонного массива). Существующий опыт с «сухим» хранением ОЯТ. V-хранилища. Контейнерные хранилища (С-хранилища). S-хранилища.	6	8		16
14. Контейнеры для хранения ОЯТ.					
	Контейнеры системы CASTOR. Контейнеры CONSTOR. Модули NUHOMS. Контейнеры TN 24.	6	10		20
	Итого	34	34		98

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	2	3	4	5
Семестр № 9				
1	Источники образования радиоактивных отходов (ПК-1)	Эксплуатация АЭС; регенерация реакторного топлива; транспортные ЯЭУ, исследовательские лаборатории и установки.	6	8
2	Основные принципы обращения с РАО (ПК-2)	Способы, устройства и технические средства сбора и транспортирования. Обеспечение радиационной безопасности.	8	8
3	Методы переработки жидких РАО (ПК-2)	Отстаивание. Выпарка. Фильтрация. Соосаждение. Коагуляция. Флокуляция и коагуляция. Электромембранные методы. Сорбционные методы.	4	8
4	Методы отверждения жидких РАО (ПК-2)	Цементирование и битумирование: свойства матричных материалов, типовые установки и технологические схемы, методы контроля, показатели качества, остекловывание как конкурентноспособный метод.	8	8
5	Переработка твердых РАО (ПК-2)	Типовые установки, технологические параметры, кратность сокращения объемов, меры безопасности. Сжигание: конструкции печей, принципиальные схемы и показатели установок сжигания.	4	8
6	Долгосрочная изоляция радиоактивных отходов (ПК-2)	Типы хранилищ и требования к ним. Хранение отходов низкого и среднего уровня активности. Высокоактивные отходы и	4	12

		ОЯТ. Геологические среды для захоронения РАО. Системное решение проблемы выбора геологической среды.		
ИТОГО			34	52
Семестр №10				
6	Технологии остекловывания ВАО (ПК-2)	Расчет нарушения стабильности остеклованных отходов.	4	12
7	Технологии создания расплава (ПК-2)	Расчет электропечей для расплава ОЯТ.	6	16
8	Опыт остекловывания высокоактивных РАО (ПК-2)	Радиационные эффекты в остекловыванных РАО.	6	18
	Технологии хранения ОЯТ (ПК-2)	Расчет хранилищ ОЯТ	8	16
9	Контейнеры для хранения ОЯТ (ПК-2)	Контейнеры. Расчет защиты.	10	20
ИТОГО:			34	82

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

№ п/п	Название ИДЗ	Цель изучения ИДЗ	Кол. час
Курс 5 Семестр 9			
1	ПК-1: Основные технологические источники радиоактивных отходов. Международный опыт обращения с РАО. Классификация РАО. Основные стадии обращения с радиоактивными отходами ПК-2: Технологии обращения с РАО. Варианты приповерхностных хранилищ, используемых в мире. Хранение и захоронение РАО в РФ. Хранение и захоронение РАО за рубежом. Обращение с долгоживущими РАО. Хранение короткоживущих РАО	Цель задания – формирование у студентов прочных знаний об основных технологических источниках радиоактивных отходов, классификации отходов ядерных технологий; освоение методов безопасного обращения и утилизации отходов ядерных технологий и ядерного оружия как в РФ, так и за рубежом.	9

Курс 5 Семестр 10		
2	<p>ПК-1: Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения. НП-058-14</p> <p>Правила безопасности при обращении с радиоактивными отходами атомных станций НП-002-15.</p> <p>Обеспечение безопасности при обращении с радиоактивными отходами исследовательских ядерных установок РБ-008-99.</p> <p>Правовое регулирование отношений в области обращения с радиоактивными отходами.</p> <p>Федеральный закон от 21 ноября 1995 года N 170-ФЗ "Об использовании атомной энергии".</p> <p>Федеральный закон Российской Федерации от 11 июля 2011 г. N 190-ФЗ "Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".</p>	<p>Цель задания – формирование у студентов прочных знаний об основных нормах и правилах в области использования атомной энергии, безопасности при обращении с радиоактивными отходами.</p> <p style="text-align: center; vertical-align: middle;">9</p>

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-1 Способен планировать работы по организации контроля состояния ядерной, радиационной, экологической, безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1. Использует знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач	Решение практических заданий, собеседование, зачет, экзамен

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

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Анализирует радиационную ситуацию и контролирует безопасность при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами	Решение практических заданий, собеседование, зачет, экзамен

ПК-2.3 Использует методы определения активности радионуклидов в объектах среды и расчета дозовой нагрузки на критическую группу населения	Решение практических заданий, собеседование, зачет, экзамен
---	---

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

Промежуточная аттестация в конце 9 семестра осуществляется в форме **зачета** после изучения разделов дисциплины «Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения радиоактивных отходов» в данном семестре. К зачету допускаются студенты, выполнившие все требования, предъявляемые к изучению дисциплины: посещение лекций, выполнение индивидуальных домашних и практических заданий.

Промежуточная аттестация в конце 10 семестра осуществляется в форме **экзамена** после изучения всех разделов дисциплины «Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения радиоактивных отходов». К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования, предъявляемые к изучению дисциплины: посещение лекций, выполнение индивидуальных домашних и практических заданий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Источники образования радиоактивных отходов (ПК-1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отходы, образующиеся в ядерном топливном цикле при добыче руды. 2. Отходы, образующиеся при переработке руды. 3. Отходы, образующиеся при аффинаже. 4. Отходы, образующиеся при производстве гексафторида и разделении изотопов. 5. Отходы, образующиеся при изготовлении топлива; при изготовлении МОХ-топлива. 6. Отходы, образующиеся при получении электроэнергии на АЭС. 7. Отходы, образующиеся при открытом и замкнутом топливных циклах. 8. Отходы, образующиеся при обращении с ОЯТ. 9. Отходы не связанные с ядерным топливным циклом.
2	Нормативно-правовые аспекты обращения с РАО (ПК-1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нормативно-правовое обеспечение. 2. Основные нормативные документы. 3. Нормы радиационной безопасности. 4. Санитарные правила по обращению с радиоактивными отходами.
3	Радиационное загрязнение окружающей среды (ПК-1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Естественный радиационный фон. 2. Техногенные радионуклиды. 3. Медицинские исследования.
4	Основные принципы обращения с РАО (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принципы обращения с РАО. 2. Основные подходы к методам обращения с РАО. 3. Основные методы переработки РАО.

		4. Очистка газообразных РАО.
5	Методы переработки жидких РАО (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отстаивание. 2. Выпарка. 3. Фильтрация. 4. Соосаждение. 5. Коагуляция. 6. Флокуляция и коагуляция. 7. Электромембранные методы. 8. Сорбционные методы.
6	Методы отверждения жидких РАО (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Битумирование. 2. Отверждаемые эпоксиакриловые композиции. 3. Глубокое упаривание. 4. Цементирование. 5. Кальцинация. 6. Остекловывание. 7. Включение в керамику.
7	Переработка твердых РАО (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предварительная обработка ТРО. 2. Переработка прессуемых ТРО. 3. Переработка горючих ТРО. 4. Переработка металлические ТРО.
8	Долгосрочная изоляция радиоактивных отходов (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принципы обезвреживания РАО. 2. Типы хранилищ и требования к ним. 3. Хранение отходов низкого и среднего уровня активности. 4. Высокоактивные отходы и ОЯТ. 5. Геологические среды для захоронения РАО. 6. Системное решение проблемы выбора геологической среды. 7. Потенциальные геологические формации для захоронения РАО. 8. Захоронение РАО в морях и водах мирового океана. 9. Контроль радиологической ситуации в морских районах. 10. Идеи захоронения РАО в космосе.
9	Радиохимическая переработка отработанного ядерного топлива (ОЯТ) (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Регенерация U и PU — первый этап переработки ОЯТ. 2. Фракционирование высокоактивных отходов (ВАО) и выделение актиноидов. 3. Выделение долгоживущих продуктов деления. 4. Вывод АЭС из эксплуатации. 5. Особенности технологии хранения жидких ВАО в емкостях
10	Технологии остекловывания ВАО (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Виды технологий остекловывания. 2. Особенности структуры стекла для остекловывания отходов. 3. Нарушение стабильности остеклованных отходов. 4. Основные факторы, влияющие на выщелачивание стекол. 5. Радиоллиз воды и стабильность стекла
11	Технологии создания расплава (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технологии использования электропечей. 2. Технологии производства расплава «на месте». 3. Использование плазменной «дуги». 4. Индукционный нагрев. Нагрев СВЧ-излучением.
12	Опыт остекловывания высокоактивных РАО (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. РАО США и проблема остекловывания. 2. Выщелачивание остеклованных отходов и моделирование на большие периоды времени.

		<ol style="list-style-type: none"> 3. Коррозия стекол. 4. Остекловывание актиноидов. 5. Радиационные эффекты в остекловыванных РАО. 6. Остекловывание РАО в Бельгии. 7. Остекловывание во Франции. 8. Остекловывание в Японии. 9. Остекловывание в Великобритании. 10. Остекловывание в России.
13	Технологии хранения ОЯТ (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Общие особенности технологий хранения ОЯТ. 2. Хранение ОЯТ в приреакторных бассейнах. 3. «Мокрое» хранение. «Сухое» хранение. 4. V-хранилища (Vaults, камеры). 5. Контейнеры (Casks). S-системы (Silos, ячейки железобетонного массива). 6. Существующий опыт с «сухим» хранением ОЯТ. 7. V-хранилища. 8. Контейнерные хранилища (С-хранилища). 9. S-хранилища.
14	Контейнеры для хранения ОЯТ (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Контейнеры системы CASTOR. Конструкция. Назначение. 2. Контейнеры CONSTOR. Конструкция. Назначение. 3. Модули NUHOMS. Конструкция. Назначение. 4. Контейнеры TN 24. Конструкция. Назначение.

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

Курсовые проекты/работы по дисциплине не предусмотрены учебным планом

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

Текущий контроль осуществляется в течение девятого и десятого семестра в форме практических занятий, которые включают решение задач по каждой теме. На практических занятиях преподаватель проводит собеседование студентов по освоению теоретического материала по данной теме и проводит разбор задач. Текущий контроль изучения теоретического материала возможен экспресс-методом контроля знаний с использованием тестирования.

Собеседование предполагает специальную беседу с обучающимся и позволяет оценить объем его **знаний и умений** по определенному разделу дисциплины «Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения радиоактивных отходов».

Типовые задачи для практических занятий:

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

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

Задача 3. Определить активность 1 г: а) ^{226}Ra ; б) природного урана; в)

^{239}Pu

Задача 4. Определить плотность потока γ -квантов с энергией $E_0 = 1\text{МэВ}$, со-

здающего 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}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}Rn . ^{222}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}Ra , 6 г ^{239}Pu , 30 г ^{238}U , 80 г ^{234}U и 110 г ^{210}Po . К какому классу относится данное ТРО?

Пример тестового задания:

Какие отходы допускается (в соответствии с федеральным законом «Об обращении с радиоактивными отходами...») захоранивать в пунктах приповерхностного захоронения радиоактивных отходов без их кондиционирования?

- а) твердые очень низкоактивные РАО;
- б) твердые низкоактивные РАО;
- в) РАО, образующиеся при добыче и переработке урановых руд;
- г) низкоактивные жидкие РАО, содержащие тритий.

Пример оформления билета для сдачи зачета

БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА

Кафедра теоретической и прикладной химии

Дисциплина «Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения
радиоактивных отходов»

Специальность: 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

Специализация: Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования
ядерной энергии

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

1. Основные методы переработки РАО.
2. Хранение ОЯТ в приреакторных бассейнах.

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

Одобрено на заседании кафедры «__» _____ 20__ г. Протокол №__ .

Зав. кафедрой _____ В.И. Павленко

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

▪ При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Промежуточная аттестация в форме **зачета** проводится по результатам текущего контроля знаний обучающегося.

Зачет служит формой проверки усвоения студентом учебного материала лекционного курса, практических занятий.

Результаты промежуточной аттестации в форме зачета определяются недифференцированными оценками **«зачтено»**, **«не зачтено»**.

Итоговая оценка (**«зачтено»**) определяется на основании результатов, полученных при текущих аттестациях. Зачет является промежуточным этапом процесса формирования компетенций студента при изучении дисциплины.

Для получения положительной оценки (**«зачтено»**) студент должен выполнить все расчетные практические задания своего варианта, предусмотренные рабочей программой.

При оценке ответа студента на вопросы промежуточной аттестации преподаватель руководствуется следующими критериями:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного.

▪ Неудовлетворительная оценка (**«не зачтено»**) ставится, если студент не выполнил практические задания своего варианта.

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

К экзамену допускаются студенты, получившие «зачтено» в предыдущем семестре, выполнившие практические задания своего варианта за текущий семестр. Экзамен проводится в письменной форме. Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса и практическое задание в форме задачи, для подготовки к ответу на которые отводится время в пределах 1 часа. Экзаменационный билет студент вытаскивает случайным образом. После ответа на теоретические вопросы билета, преподаватель задает дополнительные вопросы.

Распределение вопросов и заданий по билетам находится в закрытом для студентов доступе. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена по дисциплине. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

- Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
<p>ПК-1 Способен планировать работы по организации контроля состояния ядерной, радиационной, экологической, безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.</p> <p>ПК-1.1 Использует знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач</p>	
<p>▪ Знания</p>	Знание основных источников образования радиоактивных отходов и нормативно-правовых аспектов обращения с РАО.
	Знание радиационных и радиологических характеристик различных классов активности РАО и их изменение от времени хранения
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
<p>▪ Умения</p>	Умение использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач
<p>▪ Навыки</p>	Владение методами и средствами дозиметрического контроля загрязненных радиоактивными отходами территорий.

▪ Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

▪ Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Источники образования радиоактивных отходов.	Не знает источники образования радиоактивных отходов.	Обучающийся допускает неточности при изложении основных понятий и классификации источников образования радиоактивных отходов.	Обучающийся знает основные понятия и классификацию источников образования радиоактивных отходов.	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает основные понятия, классификацию источников образования радиоактивных отходов.
Нормативно-правовые аспекты обращения с РАО.	Не знает нормативно-правовые аспекты обращения с РАО.	Обучающийся допускает неточности при изложении нормативно-правовых аспектов обращения с РАО.	Обучающийся знает основные нормативно-правовые аспекты обращения с РАО..	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает основные нормативно-правовые аспекты обращения с РАО.
Радиационные и радиологические характеристики различных классов активности РАО и их изменение от времени хранения.	Не знает радиационные и радиологические характеристики различных классов активности РАО и их изменение от времени хранения.	Обучающийся допускает неточности при изложении основных радиационных и радиологических характеристиках различных классов активности РАО и их изменение от времени хранения. Знает об основных методах решения задач по изученным разделам.	Обучающийся знает основные радиационные и радиологические характеристики различных классов активности РАО и их изменение от времени хранения. Объясняет методы решения задач по изученным разделам.	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает основные радиационные и радиологические характеристики различных классов активности РАО и их изменение от времени хранения. Самостоятельно может изложить методы решения задач по изученным разделам.
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала	Знает только основной материал	Знает материал дисциплины в до-	Обладает твердым и полным знанием ма-

	ла дисциплины	дисциплины, не усвоил его деталей	статочном объеме	териала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

■ Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ПК-1 Способен планировать работы по организации контроля состояния ядерной, радиационной, экологической, безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.				
ПК-1.1 Использует знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач.				
Использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач.	Не умеет использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач.	Допускает неточности и ошибки при использовании знаний о явлениях радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач.	Умеет использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач.	Квалифицированно и без ошибок может использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач. Самостоятельно обрабатывает полученные результаты

■

■ Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ПК-1 Способен планировать работы по организации контроля состояния ядерной, радиационной, экологической, безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.				
ПК-1.1 Использует знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач.				
Навыки владения методами и средствами дозиметрического контроля загрязненных радиоактивными отходами террито-	Не имеет навыков владения методами и средствами дозиметрического контроля загрязненных радиоактивными отходами террито-	С дополнительной помощью проводит исследование дозиметрического контроля. Имеет навыки по выполнению анализа,	Владеет навыками проведения дозиметрического контроля загрязненных радиоактивными отходами территорий. Имеет до-	Квалифицированно владеет методами и средствами дозиметрического контроля загрязненных радиоактивными отходами территорий. Самостоятель-

рий.	рий.	обработке результатов и интерпретации полученной информации.	статочные навыки по выполнению анализа, обработке результатов и интерпретации полученной информации.	но и в полном объеме выполняет анализ и оценку полученной информации, владеет приемами самостоятельного поиска всех необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.
------	------	--	--	--

- Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности	
ПК-2.1 Анализирует радиационную ситуацию и контролирует безопасность при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами	
ПК-2.3 Использует методы определения активности радионуклидов в объектах среды и расчета дозовой нагрузки на критическую группу населения	
Знания	Знание основных принципов обращения с РАО, требований и методов обеспечения качества при переработке радиоактивных отходов
	Знание технологии переработки, захоронения и долгосрочной изоляции жидких и твердых радиоактивных отходов
	Методов сбора, транспортирования и временного хранения РАО
	Методов переработки жидких и твердых радиоактивных отходов
	Методов захоронения РАО низкой, средней активности и отработанного ядерного топлива.
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
Умения	Четкость изложения и интерпретации знаний
	Умение анализировать радиационную ситуацию и разрабатывать мероприятия по обеспечению ядерной безопасности
Навыки	Умение использовать методы безопасного проведения работ с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения.
	Владение навыками основных способов, устройств и технических средств сбора и транспортирования радиоактивных отходов, обеспечения радиационной безопасности.
	Навыки владения средствами защиты при обращении с радиоактивными отходами, методами радиометрических измерений и средствами снижения активности радиоактивных отходов.

- Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

- Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание основных	Не знает основные	Не в полной мере	Знает основные	Исчерпывающе, после-

принципов обращения с РАО, требований и методов обеспечения качества при переработке радиоактивных отходов, технологии переработки, захоронения и долгосрочной изоляции жидких и твердых радиоактивных отходов	принципы обращения с РАО, требования и методы обеспечения качества при переработке радиоактивных отходов, технологии переработки, захоронения и долгосрочной изоляции жидких и твердых радиоактивных отходов.	знает основные принципы обращения с РАО, требования и методы обеспечения качества при переработке радиоактивных отходов, технологии переработки, захоронения и долгосрочной изоляции жидких и твердых радиоактивных отходов.	принципы обращения с РАО, требования и методы обеспечения качества при переработке радиоактивных отходов, технологии переработки, захоронения и долгосрочной изоляции жидких и твердых радиоактивных отходов.	довательно, четко и логически стройно излагает основные принципы обращения с РАО, требования и методы обеспечения качества при переработке радиоактивных отходов, технологии переработки, захоронения и долгосрочной изоляции жидких и твердых радиоактивных отходов.
Методы сбора, транспортирования и временного хранения РАО, методы переработки жидких и твердых радиоактивных отходов, методы захоронения РАО низкой, средней активности и отработанного ядерного топлива.	Не знает методы сбора, транспортирования и временного хранения РАО, методы переработки жидких и твердых радиоактивных отходов, методы захоронения РАО низкой, средней активности и отработанного ядерного топлива.	Обучающийся допускает неточности при изложении основных методов сбора, транспортирования и временного хранения РАО, методов переработки жидких и твердых радиоактивных отходов, методов захоронения РАО низкой, средней активности и отработанного ядерного топлива.	Обучающийся знает основные методы сбора, транспортирования и временного хранения РАО, методы переработки жидких и твердых радиоактивных отходов, методы захоронения РАО низкой, средней активности и отработанного ядерного топлива. Объясняет методы решения задач по изученным разделам.	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает основные методы сбора, транспортирования и временного хранения РАО, методы переработки жидких и твердых радиоактивных отходов, методы захоронения РАО низкой, средней активности и отработанного ядерного топлива. Самостоятельно может изложить методы решения задач по изученным разделам.
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя

■ Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Анализировать радиационную ситуацию и разрабатывать мероприятия по обеспечению ядерной безопасности	Не умеет анализировать радиационную ситуацию и разрабатывать мероприятия по обеспечению ядерной безопасности.	Допускает неточности и ошибки при анализе радиационной ситуации и разрабатывании мероприятий по обеспечению ядерной безопасности. Обрабатывает полученные результаты, но до-	Способен анализировать радиационную ситуацию и разрабатывать мероприятия по обеспечению ядерной безопасности. Самостоятельно обрабатывает полученные	Квалифицированно и грамотно способен анализировать радиационную ситуацию и разрабатывать мероприятия по обеспечению ядерной безопасности. Самостоятельно обрабатывает полученные

		пускает ошибки	результаты.	результаты
Использовать методы безопасного проведения работ с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения.	Не умеет грамотно использовать методы безопасного проведения работ с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения.	Допускает неточности и ошибки при использовании методов безопасного проведения работ с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценке получаемой дозы за счет внешнего и внутреннего облучения.	Знает основные методы безопасного проведения работ с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивает получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения. Способен обработать полученные результаты.	Квалифицированно и грамотно использует методы безопасного проведения работ с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивает получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения. Самостоятельно обрабатывает полученные результаты.

■ Оценка сформированности компетенций по показателю *Навыки*.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владения основными способами, устройствами и техническими средствами сбора и транспортирования радиоактивных отходов, обеспечения радиационной безопасности.	Не владеет основными способами, устройствами и техническими средствами сбора и транспортирования радиоактивных отходов, обеспечения радиационной безопасности.	С дополнительной помощью владеет устройствами и техническими средствами сбора и транспортирования радиоактивных отходов, обеспечения радиационной безопасности. Обладает приемами поиска данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов, но допускает ошибки.	Владеет основными способами, устройствами и техническими средствами сбора и транспортирования радиоактивных отходов, обеспечения радиационной безопасности. Имеет достаточные навыки по выполнению анализа, обработке результатов и интерпретации полученной информации. Обладает приемами поиска данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.	Квалифицированно владеет основными способами, устройствами и техническими средствами сбора и транспортирования радиоактивных отходов, обеспечения радиационной безопасности. 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..
Навыки владения средствами защиты при обращении с радиоактивными отходами.	Не владеет средствами защиты при обращении с радиоактивными отходами.	С дополнительной помощью показывает навыки владения средствами защиты при обращении с радиоактивными отходами. Обладает приемами поиска данных с использованием библиотечных	Владеет средствами защиты при обращении с радиоактивными отходами. Имеет достаточные навыки по выполнению анализа, обработке результатов и интерпретации полученной ин-	Квалифицированно и грамотно владеет средствами защиты при обращении с радиоактивными отходами. Самостоятельно и в полном объеме выполняет анализ и оценку полученной информации, владеет приемами самостоятель-

		фондов и Интернет-ресурсов, но допускает ошибки.	формации. Обладает приемами поиска данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.	ного поиска всех необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.
Навыки владения методами радиометрических измерений и средствами снижения активности радиоактивных отходов.	Не владеет методами радиометрических измерений и средствами снижения активности радиоактивных отходов.	С дополнительной помощью показывает навыки владения методами радиометрических измерений и средствами снижения активности радиоактивных отходов. Обладает приемами поиска данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов, но допускает ошибки.	Владеет методами радиометрических измерений и средствами снижения активности радиоактивных отходов. Имеет достаточные навыки по выполнению анализа, обработке результатов и интерпретации полученной информации. Обладает приемами поиска данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.	Квалифицированно и грамотно владеет методами радиометрических измерений и средствами снижения активности 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.

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, практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду, проектор, экран с электроприводом, доска магнитно-меловая, информационные стенды для проведения лекционных занятий.
2	Учебная лаборатория для проведения практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду, специализированное дозиметрическое и радиометрическое оборудование для проведения практических занятий.
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информацион-

		но-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. Ахмедзянов В.Р., Лащеннова Т.Н., Максимова О.А. Обращение с радиоактивными отходами / под. ред Касьяненко А.А. – М.: ИАЦ «Энергия», 2008. – 282 с.
2. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. - Издательский дом МЭИ, 2007. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/8138>
3. Бекман, И. Н. Ядерные технологии : учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман. - 2-е изд., испр. и доп. - М : Юрайт, 2017. - 401 с.
4. 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>
5. 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.
6. 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> .
7. 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. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>
2. Электронно-библиотечная система издательства Лань [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com> с компьютеров, подключенных к сети Интернет, необходимо зарегистрироваться в системе с компьютеров локальной сети университета или в зале электронных ресурсов НТБ (к.302 БК).
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/> Доступ к полному тексту изданий на сайте возможен после авторизации по логину и паролю (логин и пароль в библиотеке (к.302)).
4. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://нэб.рф/> в зале электронных ресурсов НТБ (к. 302 БК).
5. Сборник нормативных документов Норма CS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://normacs.ru/> с компьютеров локальной сети университета и в зале электронных ресурсов НТБ (к.302 БК).
6. Консультант плюс <http://www.consultant.ru/>