



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)**

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

СОГЛАСОВАНО

Научный руководитель ОП

(подпись)

Тананаев И.Г.

(ФИО)

Руководитель ОП

(подпись)

Патрушева О.В.

(ФИО)



УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента ядерных технологий

(подпись)

Патрушева О.В.

(И.О. Фамилия)

15 февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технологии переработки отходов ядерной промышленности

Направление подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Перспективные материалы и технологии материалов
(совместно с НИЦ "Курчатовский институт" и ИХ ДВО РАН)

Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 22.04.01 **Материаловедение и технологии материалов** утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 24 апреля 2018 г. № 306. _

И.о. директора Департамента ядерных технологий Патрушева О.В.

Составители: к. ф.-м. н. Темченко В.В.

Владивосток
2023

Оборотная сторона титульного листа РПД

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании Департамента ядерных технологий протокол от «11» февраля 2023 г. № 06.

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 202 г. № ____

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 202 г. № ____

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 202 г. № ____

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 202 г. № ____

5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 202 г. № ____

Аннотация дисциплины

Технологии переработки отходов ядерной промышленности

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы / 144 академических часа. Является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений дисциплины выбора, изучается на 2 курсе и завершается зачетом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 14 часов, практических работ 32 часа, а также выделены часы на самостоятельную работу студента - 98 часов.

Язык реализации: русский

Цель:

формирование знаний о принципах обращения с облученным ядерным топливом (ОЯТ) и радиоактивными отходами (РАО), методах и технологиях их переработки.

Задачи:

- приобретение обучающимися знаний о технологиях переработки отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов;
- овладеть методикой анализа радиационной ситуации при проведении работ с объектами, содержащими радиоактивные материалы.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции ОПК-4.1; ОПК-5.1, ПК-1 полученные в результате изучения дисциплин «Методология научных исследований в материаловедении», «Избранные главы химического материаловедения», обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Производственная практика. Научно-исследовательская работа», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы», формирующих профессиональные компетенции.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы,

характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональный	ПК-2 Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	ПК-2.1 Осуществляет рациональный выбор материалов, оптимизирует их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	Знает основные положения действующих нормативных документов в области радиационной безопасности при обращении с ОЯТ и переработке РАО для оценки экологических последствий применения материалов Умеет использовать положения основных нормативных документов в области радиационной безопасности для контроля выполнения требований по безопасному проведению работ при обращении с ОЯТ и переработке РАО для оценки экологических последствий применения материалов Владеет методами анализа требований действующих нормативных документов в области радиационной безопасности при обращении с ОЯТ и переработке РАО
Профессиональный	ПК-3 Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и	ПК-3.1 Разрабатывает рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных	Знает основные способы переработки ОЯТ, технологические схемы проведения процессов, их физико-химические основы

	разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	материалов с целью повышения их конкурентоспособности	Умеет технологические схемы и оборудование для их реализации при переработке ОЯТ различного типа Владеет информацией об основных методах переработки ОЯТ и границах их применимости
Профессиональный	ПК-6 Способен генерировать и формулировать оригинальные идеи в специализированных областях науки, техники и технологий, планировать разработку нового материала и осуществлять обоснованный выбор технологического оборудования	ПК-6.1 Осуществляет разработку нового материала с учетом обоснованного выбора технологического оборудования	Знает теоретические основы технологии разработки материалов для захоронения ОЯТ Умеет разрабатывать методику получения материала на основе литературных данных с учетом обоснованного выбора технологического оборудования Владеет методами анализа литературных данных для разработки нового материала с учетом обоснованного выбора технологического оборудования

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Технологии переработки отходов ядерной промышленности» применяются следующие дистанционные образовательные технологии и методы интерактивного обучения: работа в малых группах.

I. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: формирование знаний о принципах обращения с облученным ядерным топливом (ОЯТ) и радиоактивными отходами (РАО), методах и технологиях их переработки.

Задачи:

- приобретение обучающимися знаний о технологиях переработки отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов;
- овладеть методикой анализа радиационной ситуации при проведении работ с объектами, содержащими радиоактивные материалы.

Дисциплина «Технологии переработки отходов ядерной промышленности» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений дисциплины выбора, изучается на 2 курсе. Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы предварительные компетенции, полученные в результате изучения дисциплин «Методология научных исследований в материаловедении», «Избранные главы химического материаловедения», обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Производственная практика. Научно-исследовательская работа», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы», формирующих профессиональные компетенции.

Профессиональные компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине

Тип задач	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Научно-исследовательский	ПК-2 Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности,	ПК-2.1 Осуществляет рациональный выбор материалов, оптимизирует их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	Знает основные положения действующих нормативных документов в области радиационной безопасности при обращении с ОЯТ и переработке РАО для оценки экологических последствий применения материалов Умеет использовать положения основных

	экономичности и экологических последствий применения		нормативных документов в области радиационной безопасности для контроля выполнения требований по безопасному проведению работ при обращении с ОЯТ и переработке РАО для оценки экологических последствий применения материалов Владеет методами анализа требований действующих нормативных документов в области радиационной безопасности при обращении с ОЯТ и переработке РАО
Научно-исследовательский	ПК-3 Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	ПК-3.1 Разрабатывает рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	Знает основные способы переработки ОЯТ, технологические схемы проведения процессов, их физико-химические основы Умеет технологические схемы и оборудование для их реализации при переработке ОЯТ различного типа Владеет информацией об основных методах переработки ОЯТ и границах их применимости
организационно-управленческий	ПК-6 Способен генерировать и формулировать оригинальные идеи в специализированных областях	ПК-6.1 Осуществляет разработку нового материала с учетом обоснованного выбора технологического оборудования	Знает теоретические основы технологии разработки материалов для захоронения ОЯТ Умеет разрабатывать методику получения материала на основе

	науки, техники и технологий, планировать разработку нового материала и осуществлять обоснованный выбор технологического оборудования		литературных данных с учетом обоснованного выбора технологического оборудования Владеет методами анализа литературных данных для разработки нового материала с учетом обоснованного выбора технологического оборудования
--	--	--	---

II. Трудоемкость дисциплины и виды учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единиц (144 академических часа).

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	
1	Раздел I. Введение. Ядерный топливный цикл. Типы реакторов и используемого в них топлива	3	2		2		74	
2	Раздел II. Переработка ОЯТ	3	6		6			
3	Раздел III. Переработка радиоактивных отходов (РАО)	3	6		12			
	Итого:		14		20		74	зачет

III СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (14 час.)

Раздел I. Введение. Ядерный топливный цикл. Типы реакторов и используемого в них топлива (2 час.)

Тема 1. Ядерный топливный цикл (1 час.)

Открытый и закрытый ядерный топливный цикл – основные принципы и перспективы. Экономика ядерного топливного цикла. Замыкание ядерного

топливного цикла. Мировые игроки на рынке переработки ОЯТ. Идеология процесса переработки ОЯТ.

Тема 2. Основные типы реакторов и используемого в них топлива (1 час.)

Типы реакторов. Виды топлива. Переработки ОЯТ МОКС-топлива. Переработка ОЯТ от реакторов на быстрых нейтронах. Двухкомпонентная ядерная энергетическая система с замкнутым ЯТЦ, включающая АЭС с тепловыми и быстрыми реакторами и предприятиями централизованного замкнутого ЯТЦ.

Раздел II. Переработка ОЯТ (6 час.)

Тема 1. Технологии переработки ОЯТ, переработка ТВЭЛ (2 час.)

Цель и идеология подхода к переработке ОЯТ. Альтернативные технологии переработки ОЯТ. Целевые продукты в процессе переработки ОЯТ и в отходах производства.

Подготовка ТВЭЛ к переработке, вскрытие. Выбор базовой технологии. Инженерные аспекты и подходы к технологии экстракции. Основные аппараты, применяемые в технологическом процессе. Аппараты – растворители (Франция, Япония, Ю. Корея, Россия).

Тема 2. Основные технологии экстракция растворов ОЯТ (2 час.)

Основные типы ПУРЭКС-процесса (действующая технология; сильноокислотный процесс). История развития действующей технологии на ФГУП «ПО «Маяк». Основные характеристики процесса экстракции. Подготовка растворов ОЯТ к экстракции. Осветление растворов. Экстрагенты для переработки ОЯТ. «Легкие» и «тяжелые» органические разбавители: преимущества и недостатки. Экстракционный аффинаж урана. Разделение нептуния и плутония на аффинажном цикле. Первый цикл; аффинажные циклы урана и плутония; аффинажный цикл плутония; СОЕХ-процесс. Разделение урана и плутония на реэкстракции.

Тема 3. Краткая характеристика заводов по переработке ОЯТ (2 час.)

Зарубежные аналоги действующего гидрометаллургического процесса переработки ОЯТ. Заводы UP-2/UP-3 и Роккашо-Мура. Технология UREX (США). NEXТ-процесс (Япония). Завод Thor (Великобритания). Водно-экстракционный процесс с использованием двух экстрагентов ТБФ и TRPO (Китай). Сравнение технологий завода РТ-1 ФГУП «ПО «Маяк» с технологиями опытно-промышленного завода (ОДЦ) г. Железногорск Красноярского края (ФЯО ФГУП «ГХК»).

Раздел III. Переработка радиоактивных отходов (РАО) (6 час.)

Тема 1. Переработка твердых и газообразных радиоактивных отходов (2 час.)

Классификация радиоактивных отходов по агрегатному состоянию (твердые; жидкие; газообразные; органические; высокосолевы; смешанные; гетерогенные). Твердые радиоактивные отходы (ТРО). Состав ТРО, источники накопления, методы хранения и переработки. Объемы накопления ТРО в России и в мире. Методы утилизации и перевода в низшие категории. Вывод из эксплуатации ядерных объектов (ПУГР). Концепция, современное состояние. Комплексный характер решения.

Газообразные радиоактивные отходы: источники накопления, методы локализации. Состав газообразных РАО, основные опасные радионуклиды в составе газообразных РАО. Аэрозольные радиоактивные частицы. Методы локализации летучих радионуклидов (цезий-137; изотопы йода; радиоактивные благородные газы, рутений). Основные типы фильтров, адсорбционные материалы, действующие технологии на производстве.

Тема 2. Методы удаления ВАО (2 час.)

Классификация РАО по уровням активности: высокоактивные отходы (ВАО); среднеактивные отходы (САО); низкоактивные отходы (НАО). Источники накопления РАО. Классификация РАО по классам. Методы удаления ВАО (остекловывание; перевод в минералоподобные матрицы; СВС-технология). Технология создания расплава, технологии использования электропечей, плазменной дуги, индукционный нагрев, нагрев СВЧ-излучением, другие технологии. Остекловывание ВАО: виды технологий, особенности структуры стекла для остекловывания отходов, нарушение стабильности. Основные факторы, влияющие на выщелачивание стекол. Коррозия стекол. Радиолит воды и стабильность стекла. Методы отверждения растворов САО.

Тема 3. Переработка ЖРО (2 час.)

Жидкие радиоактивные отходы среднего уровня активности (САО). Технологии обращения с САО: уплотнения, прокаливания, цементирование, битумирования, перевод в эпоксиакриловые композиции. Кондиционированные САО. Захоронение радиоактивных отходов в приповерхностные водоемы. Захоронение САО в подземные горизонты. Жидкие радиоактивные отходы низкого уровня активности (НАО). Технологии обращения с НАО. Технология уплотнения, сорбционного концентрирования, обратного осмоса. Захоронение НАО в приповерхностные водоемы.

IV СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические работы (20 часов)

Практическое занятие 1. Основные компоненты ЯТЦ (2 час.)

1. Замкнутый и незамкнутый ЯТЦ.
2. Классификация ЯТЦ поделяющемуся веществу.

3. Схема ЯТЦ с потоками топлива и отходов для АЭС.
4. Основные типы реакторов.
5. Условное топливо, теплотворная способность и единицы энергии

Практическое занятие 2. Основные технологии переработки ОЯТ (4 час.)

1. Подготовка к переработке и переработка ТВЭЛ.
2. ПУРЭКС-процесс : технология, аппараты, агенты, процесс, преимущества и недостатки.
3. Экстракционный аффинаж урана .
4. Аффинажный цикл плутония
5. Разделение нептуния и плутония на аффинажном цикле.
6. Заводы по переработке ОЯТ
7. Мероприятия по обеспечению ядерной безопасности при проведении технологических процессов с растворами, содержащими делющиеся материалы

Практическое занятие 3. Переработка твердых РО (2 час.)

1. Классификация ТРО по уровню удельной активности и физическому состоянию).
2. Методы утилизации и перевода в низшие категории.
3. Технологии утилизации и перевода в низшие категории.

Практическое занятие 4. Переработка газообразных радиоактивных отходов (4 час.)

1. Источники накопления, методы локализации.
2. Методы локализации летучих радионуклидов
3. Основные типы фильтров, адсорбционные материалы, действующие технологии на производстве.
4. Обеспечению ядерной безопасности при проведении технологических процессов.

Практическое занятие 5. Методы удаления среднеактивных и высокоактивных отходов (4 час.)

1. Среднеактивные и высокоактивные отходы
2. Методы удаления ВАО
3. Методы отверждения растворов САО.
4. Методы отверждения растворов ВАО.
5. Схемы установок остекловывания растворов ВАО.
6. Свойства радиоактивных отвержденных отходов.

7. Переработка отходов с помощью быстрых нейтронов.
8. Аппараты для выпарного аппарата отходов ВАО.
9. Обеспечение ядерной безопасности при проведении технологических процессов с растворами, содержащими делящиеся материалы.

Практическое занятие 6. Переработка ЖРО (4 час.)

1. Классификация ЖРО по уровню удельной активности и солевому составу.
 2. Технологии обращения с САО: уплотнения, прокаливания, цементирования, битумирования, перевод в эпоксиакриловые композиции.
 3. Факторы, влияющие на выбор схемы переработки ЖРО
 4. Захоронение САО.
 5. Технологии обращения с НАО.
 6. Типы сорбентов применяемых в России для очистки ЖРО.
- Обеспечению ядерной безопасности при проведении технологических процессов с растворами, содержащими делящиеся материалы

V. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Введение. Ядерный топливный цикл. Типы реакторов и используемого в них топлива	ПК-3.1 Разрабатывает рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	Знает	Устный опрос (УО-1)	Тестирование (ПР-1), вопросы к зачету
			Умеет		
			Владеет		
2	Раздел II. Переработка ОЯТ	ПК-2.1 Осуществляет рациональный выбор материалов, оптимизирует их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	Знает	Устный опрос (УО-1)	Тестирование (ПР-1), вопросы к зачету
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-6.1 Осуществляет разработку нового материала с учетом обоснованного выбора технологического оборудования	Знает	Устный опрос (УО-1)	Тестирование (ПР-1), вопросы к зачету
			Умеет		
			Владеет		
3	Раздел III. Переработка радиоактивных отходов (РАО)	ПК-2.1 Осуществляет рациональный выбор материалов, оптимизирует их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	Знает	Устный опрос (УО-1)	Тестирование (ПР-1), вопросы к зачету
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-6.1 Осуществляет разработку нового материала с учетом обоснованного выбора технологического оборудования	Знает	Устный опрос (УО-1)	Тестирование (ПР-1), вопросы к зачету
			Умеет		
			Владеет		

* Рекомендуемые формы оценочных средств:

- 1) собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2); доклад, сообщение (УО-3); круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты (УО-4); и т.д.
- 2) тесты (ПР-1); контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), научно-учебные отчеты по практикам (ПР-6); лабораторная работа (ПР-7); портфолио (ПР-8); проект (ПР-9); деловая и/или ролевая игра (ПР-10); кейс-задача (ПР-11); рабочая тетрадь (ПР-12); и т.д.
- 3) тренажер (ТС-1); и т.д.

VII СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1 . Лебедев, В. А. Инновационная технология иммобилизации радиоактивных отходов на основе магнезиальных матриц: Монография / Лебедев В.А., Пискунов В.М. - Москва : ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 88 с. (Научная мысль) ISBN 978-5-369-01429-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/503561>

2 . Скачек, М. А. Радиоактивные компоненты АЭС : обращение, переработка, локализация : учебное пособие для вузов / Скачек М. А. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01254-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012543.html>

3 . Ахмедзянов, В. Р. Обращение с радиоактивными отходами : учебное пособие / В. Р. Ахмедзянов, Т. Н. Лащёнова, О. А. Максимова. — Москва : Энергия, Институт энергетической стратегии, 2008. — 284 с. — ISBN 978-5-98420-030-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/5719.html>

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Козлов, В.Ф. Справочник по радиационной безопасности / В.Ф. Козлов. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 352 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:36056&theme=FEFU>

2. Машкович, В.П. Основы радиационной безопасности / В.П. Машкович. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 176 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:315591&theme=FEFU>

3. Муратов, О. Э. Формирование опытно-демонстрационных центров по выводу из эксплуатации ядерно- и радиационно опасных объектов / О. Э.

Муратов. – Доклад. – Санкт-Петербург, 2014. – 47 с. – URL: http://www.greenworld.org.ru/sites/default/greenfiles/Доклад_Муратов_итог.pdf

4. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом». - URL: <https://rosatom.ru/>

5. Колупаев, Д. Н. Развитие технологий переработки ОЯТ в России / Д. Н. Колупаев. - Доклад 10.11.2015. - Москва, Атомэко-2015. - URL: <http://www.atomeco.org/mediafiles/u/files/2015/Materials/Kolupaev.pdf>

6. Копырин, А. А. Технология производства и радиохимической переработки ядерного топлива: Учеб. пособие для вузов. / А. А. Копырин, А. И. Карелин, В. А. Карелин. - М. : ЗАО «Издательство «Атомэнергоиздат», 2006. – 576 с. - ISBN 5-98532-004-9.

7. Ровный, С. И. Современное состояние и пути совершенствования радиохимической технологии выделения и очистки урана и плутония / С. И. Ровный, П. П. Шевцов // Вопросы радиационной безопасности. – 2007. - №2 С. 5-13.

8. Опыт-демонстрационный центр ГХК: задачи, технологии, перспективы / И. А. Масленников, Ю. С. Федоров, А. Ю. Шадрин и др. [Электронный ресурс] // Безопасность ядерных технологий и окружающей среды. – 2010. - №1. - URL: <https://www.atomic-energy.ru/technology/33473>

Новые технологические и аппаратурные решения переработки отработавшего ядерного топлива тепловых реакторов / В. И. Волк, С. Н. Веселов, К. Н. Двоглазов и др. // Атомная энергия. – 2015. - Т. 119, №5. - С. 275-279.

Нормативные документы

1. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 : СанПиН 2.6.1.2523-09 от 14.08.2009 г. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902170553>

2. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010) : СП 2.6.1.2612-10 от 16.09.2013 г. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902214068>

3. Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами : СП 2.6.6.1168-02 (СПОРО-2002 с изменениями и дополнениями от 23.12.2010 №167 и от 16.09.2013 № 43). – Режим доступа: https://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/41/41672/index.php

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При изучении дисциплины «Технологии переработки отходов ядерной промышленности» студентам рекомендуется использовать информационно-справочные системы «Кодекс», «Консультант» и «Гарант».

VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, Интернет ресурсами;
- самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
- выполнение практических работ;
- выполнение тестовых заданий;
- подготовка к зачету;
- другие виды деятельности, организуемые и осуществляемые образовательным учреждением и органами студенческого самоуправления.

VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

4 Скобелев Д.О. Наилучшие доступные технологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.О. Скобелев, Б.В. Боравский, О.Ю. Чечеватова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2015. — 176 с. — 978-5-93088160-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64337.html>

5 . Большаков В.Н. Экология [Электронный ресурс]: учебник/ Большаков В.Н., Качак В.В., Коберниченко В.Г. - Электрон. текстовые данные. - М.: Логос, 2013.- 504 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14327>

6 . Гальперин, М. В. Экологические основы природопользования : учебник / М. В. Гальперин. - 2-е изд., испр. - М. : ИД "Форум" : ИНФРА-М, 2012. - 256 с.

Дополнительная литература

Гальперин, М. В. Экологические основы природопользования : учебник / М. В. Гальперин. - 2-е изд., испр. - М. : ИД "Форум" : ИНФРА-М, 2012. - 256 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет»

При изучении дисциплины «Наилучшие доступные технологии в производстве перспективных материалов» студентам рекомендуется использовать патентные базы данных открытого доступа Espacenet, Patentscope и ФИПС.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и практиках, выполнении аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины

студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала, подготовку к практическим занятиям.

Освоение дисциплины «Наилучшие доступные технологии в производстве перспективных материалов» предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических заданий, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине « Наилучшие доступные технологии в производстве перспективных материалов» является зачет.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
L607, L608, L561a, L566	Лекционная аудитория оборудована маркерной доской, Мультимедийное оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA - 1 шт. Парты и стулья	
Помещения для самостоятельной работы		
A1042 аудитория для самостоятельной работы студентов	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт.; Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox; Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C; Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS Оборудование для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: Дисплей Брайля Focus-40 Blue – 3 шт.; Дисплей Брайля Focus-80 Blue; Рабочая станция Lenovo ThinkCentre E73z – 3 шт.; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой; Устройство портативное для чтения плоскочечатных текстов PEarl; Сканирующая и читающая машина для незрячих и слабовидящих пользователей SARA; Принтер Брайля Emprint SpotDot - 2 шт.; Принтер Брайля Everest - D V4; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Видео увеличитель Toraz 24" XL стационарный электронный; Обучающая система для детей тактильно-речевая, либо для людей с ограниченными возможностями здоровья; Увеличитель ручной видео RUBY портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой.	Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № А238-14/2); Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018): - лицензия на клиентскую операционную систему; - лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ppt.; - лицензия па право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows Server 2008/2012; - лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия па право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center.