

Учреждение высшего образования
«Международный государственный экологический университет
имени А.Д.Сахарова»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно - воспитатель-
ной и идеологической работе МГЭУ
имени А.Д.Сахарова



В.И.Красовский

13 января 2014

Регистрационный № УД- 488-15/р.

ЯДЕРНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЦИКЛ И ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ
ОТХОДАМИ

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисци-
плине для специальности: 1-100 01 01 "Ядерная и радиационная безопас-
ность"

Факультет мониторинга окружающей среды

Кафедра ядерной и радиационной безопасности

Курс 4

Семестр 8

Лекции, часов – 24

Экзамен, семестр – не предусмотрен

Практические (семинарские)
занятия, часов – 8

Зачет, семестр – 8

Лабораторные
занятия, часов – 32

Аудиторных часов по
учебной дисциплине – 50

Всего часов по
учебной дисциплине – 76

Форма получения
высшего образования – очная

Составил: В.П.Миронов, кандидат химических наук, доцент.

2014

Проверено: Киселев / 8.01.2015

417-15/р
417/

Учебная программа составлена на основе ~~базовой~~ учебной программы дисциплины «Ядерный топливный цикл и обращение с радиоактивными отходами», регистрационный № УД-451-15 /баз. от 13 января 2015.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры ядерной и радиационной безопасности Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д.Сахарова» (протокол № 4 от 20.11. 2014).

Заведующий кафедрой


О.В.Гусакова

Одобрена и рекомендована к утверждению советом факультета мониторинга окружающей среды учреждения высшего образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д.Сахарова» (протокол № 4 от 22.12.2014).

Председатель


В.В. Журавков

І. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Энергетический ядерный топливно-энергетический цикл подразделяется на два вида: открытый, нацеленный на захоронение отработанного топлива и радиоактивных отходов, и закрытый, предусматривающий достаточно полную переработку отработанного топлива и других отходов предприятий ядерной индустрии с целью выделения ценных элементов, называемый топливный цикл. Ядерный топливный цикл (ЯТЦ) - путь, по которому топливо попадает в ядерный реактор, и по которому его покидает. Начальные этапы замкнутого и открытого ЯТЦ одинаковы, различия имеют место на заключительном этапе. Завершающая часть ядерного топливного цикла - деятельность, включающая транспортировку, хранение, переработку отработавшего ядерного топлива, обращение с радиоактивными отходами и их захоронение. Здесь излагаются основные представления о технологических процессах на предприятиях ядерного топливного цикла.

Подробно рассматриваются вопросы обращения с радиоактивными отходами. Классификация радиоактивных отходов. Источники эксплуатационных радиоактивных отходов с предприятий ядерного топливного цикла. Кондиционирование отходов, подлежащих захоронению. Концептуальные подходы к проблеме обращения с отработавшим топливом АЭС и высокоактивными долгоживущими отходами. Экономика переработки и хранения отработавшего топлива. Трансмутация долгоживущих радионуклидов в составе высокоактивных отходов. Возможная стратегия обращения с отработавшим топливом в Беларуси. Защитные барьеры и оценка безопасности при захоронении радиоактивных отходов. Эволюция барьеров безопасности за период хранения радиоактивных отходов. Общие принципы оценки безопасности обращения с радиоактивными отходами. Критерии выбора площадок для размещения хранилища радиоактивных отходов. Основы нормативно-правового обеспечения и государственного регулирования обращения с радиоактивными отходами. Транспортирование радиоактивных отходов. Организация перевозок. Требования к транспортным контейнерам.

Для усвоения данной дисциплины необходимо изучение следующих дисциплин: «Радиохимия», «Основы радиозологии», «Ядерные реакторы».

Цели и задачи дисциплины:

- изложить основные представления о технологических процессах на предприятиях ядерного топливного цикла;
- дать характеристику радиоактивных отходов, образующихся на предприятиях ядерного топливного цикла, и об их основных характеристиках;
- систематически изложить процессы обращения с радиоактивными отходами на всех стадиях ЯТЦ;
- способствовать развитию научного мировоззрения;

- подготовить студентов к изучению других специальных дисциплин.

В результате усвоения дисциплины студент должен:

знать

- особенности различных видов ЯТЦ при образовании РАО;
- концептуальные подходы к проблеме обращения с отработанным ядерным топливом;
- источники РАО и методы обращения с ними при работе АЭС в штатном режиме и снятии с эксплуатации.

уметь

- использовать методы и средства контроля радионуклидных выбросов в объекты природной среды с предприятий ЯТЦ;
- применять национальные законодательные акты и нормативные документы по обеспечению радиационной безопасности при работе АЭС в штатном режиме;
- использовать рекомендации по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на предприятиях ЯТЦ.

Учебная программа по учебной дисциплине «Ядерный топливный цикл и обращение с радиоактивными отходами» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования первой степени и учебным планом по специальности 1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность и за основу взята программа по дисциплине «Ядерный топливный цикл» МГУ им. М.В.Ломоносова. Программа рассчитана на 48 аудиторных часов, в том числе на лекции отводится 24 часа, на лабораторные работы – 16 часов и 8 часов семинарские занятия. Всего часов отводимых на дисциплину-74.

Контроль знаний предполагает проведение двух контрольных работ и сдачу зачета по лабораторным работам. При разработке учебной программы допустимо производить необходимый отбор и перестановку материала. Среди эффективных педагогических методик и технологий, которые способствуют вовлечению студентов в поиск и управление знаниями, приобретению опыта самостоятельного решения разнообразных задач, следует выделить:

- проблемно-ориентированный междисциплинарный подход;
- моделирование проблемных ситуаций и их решение.
- интенсивное обучение;
- технологии управляемой самостоятельной работы студентов с дидактическими материалами.

Текущий контроль знаний рекомендуется вести по результатам работы студентов на лабораторных и практических занятиях, путем написания контрольной работы по практическим занятиям и курсовой работы по дисциплине. Формой итогового контроля рекомендуется избрать зачет.

II. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Название разделов, тем	Всего аудиторных часов	В том числе		
			лекции	лабораторные занятия	семинарские занятия
1.	"Ядерный топливный цикл и радиоактивные отходы". Основные понятия и положения.	2	2		
2.	Сырьевая база ядерной энергетики. Технология производства ядерного топлива. Критические радионуклиды. Консервация уранодобывающих предприятий и ликвидация последствий разработки урановых месторождений.	6	4		2
3.	Производство электрической энергии. Выбросы радионуклидов с различного типа АЭС. Методы улавливания радионуклидов из вентгазов. Характеристика радиоактивных отходов.	4	4		
4.	Кондиционирование отходов, подлежащих захоронению. Способы первичной обработки жидких и твёрдых радиоактивных отходов. Методы иммобилизации жидких радиоактивных отходов.	14	4	8	2
5.	Концептуальные подходы к проблеме обращения с отработавшим топливом.	4	2		2
6.	Регенерация ядерного горючего. Технология выделения урана и плутония из отработанного топлива. Очистка отходящих газов. Характеристика радиоактивных отходов.	4	4		
7.	Защитные барьеры и оценка безопасности при захоронении радиоактивных отходов.	14	4	8	2
Всего по дисциплине:		48	24	16	8

III. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Можно выделить следующие основные разделы курса «Ядерный топливный цикл и обращение с радиоактивными отходами»:

1. "Ядерный топливный цикл и радиоактивные отходы". Основные понятия и положения.

Ядерный топливный цикл: открытый и закрытый, проблемы и перспективы развития. Нормативно-правовое обеспечение и государственное регулирование на различных этапах развития ядерной энергетики и обращения с радиоактивными отходами.

Радиоактивные отходы, хранение и захоронение, могильник, дезактивация, иммобилизация, классификация.

2. Сырьевая база ядерной энергетики.

Добыча урана и производство ядерного топлива и твэлов. Переработка урановых руд (вскрытие, выделение, очистка и получение оксидов урана). Производство обогащенного урана для обеспечения топливом ядерной энергетики. Производство топлива и твэлов. РАО при добыче урана и производстве ядерного топлива и методы обращения с ними. Критические радионуклиды.

3. Производство электрической энергии.

Энергетические ядерные реакторы АЭС и АТЭЦ: технические характеристики, отличительные особенности отдельных типов, эксплуатационные РАО. Нормированные и фактические выбросы радионуклидов в окружающую среду (ИРГ, тритий, радионуклиды йода и др.). Современные методы иммобилизации радионуклидов из вентгазов. Методы снижения объемов жидких РАО. Источники радиоактивных отходов при снятии АЭС с эксплуатации и планируемые методы обращения с ними.

4. Кондиционирование отходов, подлежащих захоронению.

Общие положения. Жидкие радиоактивные отходы. Газообразные радиоактивные отходы. Твердые радиоактивные отходы. Способы иммобилизации радиоактивных отходов. Цементирование. Битумирование. Включение в полимерные матрицы. Остекловывание.

5. Концептуальные подходы к проблеме обращения с отработавшим топливом АЭС

Временное хранение отработавшего топлива в бассейнах выдержки и/или вентилируемых колодцах. Экономика переработки и хранения отработавшего топлива. Трансмутация долгоживущих радионуклидов в составе высокоактивных отходов. Возможная стратегия обращения с отработавшим топливом в Беларуси.

6. Регенерация ядерного горючего

Общие принципы построения технологических схем при переработке ядерного горючего. Радионуклидный состав и объём РАО. Фактические выбросы радионуклидов в ОС. Современные методы обращения с высокоактивными отходами.

7. Защитные барьеры и оценка безопасности при захоронении радиоактивных отходов.

Барьеры безопасности и их функции при захоронении радиоактивных отходов различных категорий. Эволюция барьеров безопасности за период хранения радиоактивных отходов. Гидростойкость отвержденных композиций. Термическая стабильность. Устойчивость барьеров при термоциклировании. Другие нежелательные воздействия на барьеры. Общие принципы оценки безопасности.

Физико-химические аспекты миграции радионуклидов в условиях захоронения. Некоторые физико-химические особенности захоронения радиоактивных отходов на территории Республики Беларусь. Сорбционные свойства природных материалов. Диффузионная подвижность радионуклидов в различных природных условиях. Фильтрационные свойства почвогрунтов. Оценка безопасности различных способов захоронения с использованием природных материалов.

Критерии выбора площадок для размещения хранилища радиоактивных отходов. Продолжительность изоляции РАО. Мониторинговые исследования в регионе размещения могильника РАО.

IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Колич-во аудит-ных часов				Форма контроля знаний
		Лекции	Практические (сем-кие) занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самост. работа	
1	2	3	4	5	6	9
1	"Ядерный топливный цикл и радиоактивные отходы". Основные понятия и положения.	2	2	–	–	1
2	Сырьевая база ядерной энергетики. Технология производства ядерного топлива. Критические радионуклиды. Консервация уранодобывающих предприятий и ликвидация последствий разработки урановых месторождений.	2	2	–	–	1
3	Производство электрической энергии. Выбросы радионуклидов с различного типа АЭС. Методы улавливания радионуклидов из вентгазов. Характеристика радиоактивных отходов.	2	2	–	–	1
4	Кондиционирование отходов, подлежащих захоронению. Способы первичной обработки жидких и твёрдых радиоактивных отходов. Методы иммобилизации жидких радиоактивных отходов.	4	4	–	–	1,2
5	Концептуальные подходы к проблеме обращения с отработавшим топливом.	4	2	–	–	1,2
6	Регенерация ядерного горючего. Технология выделения урана и плутония из отработанного топлива. Очистка отходящих газов. Характеристика радиоактивных отходов.	2	-	–	–	1
7	Защитные барьеры и оценка безопасности при захоронении радиоактивных отходов.	2	2	-	–	1,2

V. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень тем практических (семинарских) занятий

Примерный перечень тем лабораторных занятий

№ п/п	Содержание	Объем, час
1.	Первичная обработка жидких радиоактивных отходов низкой и средней удельной активности.	8
2.	Иммобилизация жидких радиоактивных отходов методом цементирования	8

Примерный перечень тем семинарских занятий

1. Радиоактивные отходы при производстве ядерного топлива
2. Выбор технологий обработки радиоактивных отходов.
3. Методы обращения с отработанным ядерным топливом.
4. Долгосрочное хранение и захоронение радиоактивных отходов.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Согласований с другими дисциплинами не требуется.			