

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

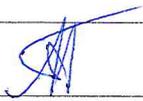
Долматов О.Ю.

«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

**БАЛАНС ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И АКТИНОИДОВ В
 ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЯДЕРНО-ТОПЛИВНЫХ ЦИКЛАХ**

Направление подготовки/ специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Ядерные реакторы и материалы		
Специализация	Безопасность и нераспространение ядерных материалов		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	64	
	Самостоятельная работа, ч	152	
	ИТОГО, ч	216	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ
Заведующий кафедрой- руководитель отделения Руководитель ООП Преподаватель			А.Г. Горюнов
			М.С. Кузнецов
			В.Н. Нестеров

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.ОПК-2.1	Осуществлять нейтронно-физических расчет, определяющих нуклидный состав ядерного топлива при эксплуатации	ОПК-2.1В1	Владеет опытом применения расчетных методик для определения глубины выгорания, коэффициента воспроизводства и длительности кампании ядерного топлива
				ОПК-2.1У1	Умеет определять глубину выгорания, коэффициент воспроизводства и длительность кампании ядерного топлива, определять состав облученного ядерного топлива
				ОПК-2.1З1	Знает основные эксплуатационные параметры ядерного топлива
ПК(У)-12	Способность к организации и контролю выполнения работ, связанных с учетом и контролем ядерных материалов и радиоактивных веществ при хранении, использовании и транспортировке	И.ПК(У)-12.1	Учитывает и контролирует перемещение ядерного материала и радиоактивных веществ между зонами баланса ядерных материалов	ПК(У)-12.1В1	Владеет опытом подведения баланса материалов, расчетов содержания учитываемых изотопов ядерных материалов и активности радионуклидов в облученных тепловыделяющих сборках на атомных станциях с целью их учета и контроля
				ПК(У)-12.1У1	Умеет выявлять неопределенности зарегистрируем инвентарном количестве, анализировать данные по движению тепловыделяющих сборок в базы данных учета и контроля ядерных материалов
				ПК-12.1З1	Знает основные меры сохранения и наблюдения за перемещением ядерного материала

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	

РД 1	Применять знания общих законов, теорий, уравнений, методов взаимодействия ионизирующего излучения с веществом	И.ПК(У)-12.1
РД 2	Выполнять расчеты нуклидного состава облученного ядерного топлива	И.ОПК-2.1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Баланс ядерных материалов и актиноидов в традиционных ЯТЦ	РД1, РД2	Лекции	8
		Практические занятия	16
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	76
Раздел 2. Баланс ядерных материалов и актиноидов в перспективных ЯТЦ	РД1, РД2	Лекции	8
		Практические занятия	16
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	76

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Баланс ядерных материалов и актиноидов в традиционных ЯТЦ

Ядерные реакции при взаимодействии нейтронов с ядрами топлива, приводящие к изменению его нуклидного состава. Влияние эксплуатационных параметров реактора на значение глубины выгорания ядерного топлива. Влияние глубины выгорания на нуклидный состав ядерного топлива. Влияние стартового состава ядерного топлива на коэффициент воспроизводства ядерного топлива, эффективный коэффициент размножения нейтронов и длительность кампании ядерного топлива. Радиоактивность и ионизирующие излучения облученного ядерного топлива.

Темы лекций:

1. Введение. Ядерные реакции при взаимодействии нейтронов с ядрами топлива, приводящие к изменению его нуклидного состава.
2. Влияние эксплуатационных параметров реактора на значение глубины выгорания ядерного топлива. Влияние глубины выгорания на нуклидный состав ядерного топлива.
3. Влияние стартового состава ядерного топлива на коэффициент воспроизводства ядерного топлива, эффективный коэффициент размножения нейтронов и длительность кампании ядерного топлива.
4. Радиоактивность и ионизирующие излучения облученного ядерного топлива.

Темы практических занятий:

1. Ядерные реакции при взаимодействии нейтронов с ядрами топлива, приводящие к изменению его нуклидного состава.
2. Влияние эксплуатационных параметров реактора на значение глубины выгорания ядерного топлива.
3. Влияние глубины выгорания на нуклидный состав ядерного топлива.
4. Контрольная работа.
5. Влияние стартового состава ядерного топлива на коэффициент воспроизводства ядерного топлива.
6. Влияние стартового состава ядерного топлива на эффективный коэффициент

размножения нейтронов.

7. Радиоактивность и ионизирующие излучения облученного ядерного топлива.

8. Семинар.

Раздел 2. Баланс ядерных материалов и актиноидов в перспективных ЯТЦ

Реализация перспективных ЯТЦ на базе реакторов на тепловых нейтронах. Реализация перспективных ЯТЦ на базе реакторов на быстрых нейтронах. Баланс ядерных материалов и актиноидов в уран-плутониевом ЯТЦ, реализуемом на базе реакторов на тепловых нейтронах. Баланс ядерных материалов и актиноидов в торий-урановом ЯТЦ, реализуемом на базе реакторов на тепловых нейтронах. Баланс ядерных материалов и актиноидов в уран-плутониевом ЯТЦ, реализуемом на базе реакторов на быстрых нейтронах. Вопросы реализации замкнутого (закрытого) ЯТЦ.

Темы лекций:

1. Реализация перспективных ЯТЦ на базе реакторов на тепловых нейтронах. Реализация перспективных ЯТЦ на базе реакторов на быстрых нейтронах.
2. Баланс ядерных материалов и актиноидов в уран-плутониевом ЯТЦ, реализуемом на базе реакторов на тепловых нейтронах.
3. Баланс ядерных материалов и актиноидов в торий-урановом ЯТЦ, реализуемом на базе реакторов на тепловых нейтронах.
4. Баланс ядерных материалов и актиноидов в уран-плутониевом ЯТЦ, реализуемом на базе реакторов на быстрых нейтронах. Вопросы реализации замкнутого (закрытого) ЯТЦ.

Темы практических занятий:

1. Изменение состава облученного топлива при переходе на торий-урановый ЯТЦ в реакторах на тепловых нейтронах.
2. Изменение состава облученного топлива при увеличении содержания изотопов плутония в свежем ядерном топливе в реакторах на быстрых нейтронах.
3. Баланс ядерных материалов и актиноидов в уран-плутониевом ЯТЦ, реализуемом на базе реакторов на тепловых нейтронах.
4. Контрольная работа.
5. Баланс ядерных материалов и актиноидов в торий-урановом ЯТЦ, реализуемом на базе реакторов на тепловых нейтронах.
6. Баланс ядерных материалов и актиноидов в уран-плутониевом ЯТЦ, реализуемом на базе реакторов на быстрых нейтронах.
7. Вопросы реализации замкнутого (закрытого) ЯТЦ.
8. Семинар.

Названия лабораторных работ:

1. Определение состава облученного ядерного топлива в реакторной установке.
2. Оценка возможности реализации замкнутого ядерного топливного цикла.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;

- Перевод текстов с иностранных языков;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов : учебное пособие / Г. Г. Бартоломей, Г. А. Бать, В. Д. Байбаков, М. С. Алтухов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Екатеринбург : Юланд, 2016. — 512 с. — Текст : непосредственный.
2. Карамушка, В. П. Рекультивация объектов добычи и переработки урановых руд / В. П. Карамушка, Е. Н. Камнев, Р. Е. Кузин. — Москва : Горная книга, 2014. — 183 с. — ISBN 978-5-98672-372-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/72609> (дата обращения: 09.02.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Алексеев, С. В. Торий в ядерной энергетике / С. В. Алексеев, В. А. Зайцев. — Москва : Техносфера, 2014. — 288 с. — ISBN 978-5-94836-394-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76154> (дата обращения: 09.02.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Михалевич, А. А. Атомная энергетика: состояние, проблемы, перспективы : монография / А. А. Михалевич, М. В. Мясникович. — 2-е изд. — Минск : Белорусская наука, 2011. — 262 с. — ISBN 978-985-08-1325-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90481> (дата обращения: 09.02.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Алексеев, С.В. Торий в ядерной энергетике / С.В. Алексеев, В.А. Зайцев. — Москва : Техносфера, 2014. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76154> (дата обращения: 14.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Алексеев, С.В. Нитридное топливо для ядерной энергетике : монография / С.В. Алексеев, В.А. Зайцев. — Москва : Техносфера, 2013. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73528> (дата обращения: 14.02.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Пронкин, Н.С. Регулирование безопасности обращения с радиоактивными отходами : учебное пособие / Н.С. Пронкин, Р.Б. Шарафутдинов, Н.И. Гераскин. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75763> (дата обращения: 14.02.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Семиколенных, А.А. Оценка воздействия на окружающую среду объектов атомной энергетике : учебное пособие / А.А. Семиколенных, Ю.Г. Жаркова. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2013. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65096> (дата обращения: 14.02.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Сетевой электронный учебно-методический комплекс “**Основы анализа внутренних ядерных топливных циклов в реакторных установках**”
<https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1082>.
2. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>.
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 248Б	Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест, Компьютер - 1 шт. Источник питания НУ-3003 - 2 шт.; Источник нейтрона излучения Плутоний-Бериллиевый тип ИБН-10 - 1 шт.; Блок БВ-22 - 1 шт.; Комплекс для проведения лабораторных работ по детектированию нейтронов - 1 шт.; Комплекс СКС-07П-Г3 - 1 шт.; Дозиметр-радиометр МКС-АТ1117М - 1 шт.; Частотомер АСН-1300 - 1 шт.; Блок БНВ3-09 - 1 шт.; Корпус активной зоны - 1 шт.; Рефрактометр ИРФ-22 - 1 шт.; Прибор ПСО 2-4 - 1 шт.; Мультиметр APPA109NUSB - 1 шт.;
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 248	Комплект учебной мебели на 30 посадочных мест; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.; Принтер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.04.02 Ядерная физика и технологии, профиль / специализация «Безопасность и нераспространение ядерных материалов» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент ОЯТЦ ИЯТШ	В.Н. Нестеров

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол от «28» 06 2019г. №16).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения ЯТЦ
на правах кафедры, д.т.н.

Горюнов А.Г.

подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЯТЦ ИЯТШ (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	Протокол №28-д от 25.06.2020