

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

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

Направление подготовки/ специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Ядерные реакторы и материалы		
Специализация	«Ядерные реакторы и энергетические установки», «Безопасность и нераспространение ядерных материалов»		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		32
	Практические занятия		32
	Лабораторные занятия		-
	ВСЕГО		64
Самостоятельная работа, ч			152
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			Курсовая работа
ИТОГО, ч			216

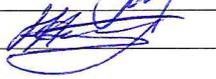
Вид промежуточной
аттестации

Экзамен
Диф.зачёт

Обеспечивающее
подразделение

ОЯТЦ

Заведующий кафедрой-
руководитель отделения
Руководитель ООП
Преподаватель

	А.Г. Горюнов
	М.С. Кузнецов
	В.Н. Нестеров

2020г.

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-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	И.ОПК-1.1	Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели исследования и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач	ОПК-1.1В1	Владеет навыками самостоятельно формулировать ожидаемые результаты проекта, поиска путей ее решения
				ОПК-1.1У1	Умеет формулировать проблему, исходя из действующих задач исследования, имеющихся ресурсов, и подбирать наиболее оптимальные пути ее решения
				ОПК-1.1З1	Знает основные методы проведения научного исследования, методы и инструменты формулировки проблем с учетом их надежности, экономики, безопасности и защиты окружающей среды
ПК(У)-1	Способность к созданию теоретических и математических моделей в области ядерной физики и технологий	И.ПК(У)-1.1	Проводит исследования, основанные на использовании теоретических и математических моделей параметров процессов и производств в атомной отрасли	ПК(У)-1.1В2	Владеет опытом создания теоретических, физических и математических моделей, описывающих процессы, протекающие на предприятиях ЯТЦ
				ПК(У)-1.1У2	Умеет создавать теоретические, физические и математические модели, описывающие процессы, протекающие на предприятиях ЯТЦ
				ПК(У)-1.1З2	Знает общепринятые теоретические, физические и математические модели, описывающие процессы, протекающие на предприятиях ЯТЦ
ПК(У)-5	Способность к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законам в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам	И.ПК(У)-5.2.	Демонстрирует знание и понимание основных и перспективных технологий ядерного топливного цикла, анализирует производственные процессы необходимые для полноценного функционирования и эксплуатации ядерно-топливных циклов	ПК(У)-5.2В1	Владеет представлениями о перспективных видах производства ядерного топлива и последующего обращения с ним, конструкции реакторных установок нового типа, методами анализа технологического оборудования производств с целью достижения оптимальных результатов в отношении качества, надежности, экономики, безопасности ядерного топливного цикла и защиты окружающей среды
				ПК(У)-5.2У1	Умеет применять знания о процессах,

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					протекающих в аппаратах производств ядерного топливного цикла, для их проектирования и эксплуатации, определять содержание технологических процессов и цепочек, необходимых для полноценного функционирования и развития ядерного топливного цикла
				ПК(У)-5.231	Знает основные технологические стадии и процессы, вовлеченные в ядерный топливного цикл открытого и закрытого типа, уран-плутониевый и торий-урановый циклы, мировые тренды развития технологий производства ядерного топлива, особенности МОКС и РЕМИКС топлива, конструкционные особенности реакторных установок нового поколения, малые реакторные установки, развитие технологий быстрых реакторов, перспективные технологии обращения с ядерными отходами, процессы извлечения актиноидов из ОЯТ, применение трансмутации в реакторах.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 2 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	
РД1	Применять знания общих законов, теорий, уравнений, методов ядерной физики и теории переноса нейтронов	И.ОПК-1.1
РД2	Выполнять расчеты нейтронно-физических характеристик реакторных установок	И.ПК(У)-1.1
РД3	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях, ядерно-энергетических установок, потоков нейтронного и гамма излучения	И.ПК(У)-5.2.

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. Внешние и внутренние ядерные топливные циклы	РД1, РД3	Лекции	16
		Практические занятия	16
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	76
Раздел 2. Традиционные и перспективные ядерные топливные циклы	РД2, РД3	Лекции	16
		Практические занятия	16
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	76

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Внешние и внутренние ядерные топливные циклы.

Принцип работы и классификация ядерных реакторов. Ядерное топливо и ядерное горючее. Замедлитель. Теплоноситель. Параметры структуры активных зон гомогенных и гетерогенных ядерных реакторов. Ядерный топливный цикл. Ядерные реакторы. Радиоактивные отходы (РАО). Облученное ядерное топливо (ОЯТ). Классификация основных ЯТЦ. Основы технологий добычи урана и тория, обогащения урана и переработки облученного ядерного топлива.

Темы лекций:

1. Принцип работы и классификация реакторов.
2. Основные взаимодействия нейтронов с ядрами топлива, замедлителя, поглотителя
3. Структуры активных зон реакторов на тепловых и быстрых нейтронах.
4. Ядерное топливо энергетических реакторов.
5. Определение спектра плотности потока нейтронов путем решения системы многогрупповых констант итерационным способом.
6. Нормировка спектра плотности потока нейтронов в подкритических и критических системах.
7. Определение эффективного коэффициента размножения нейтронов и запаса реактивности в активной зоне ядерного реактора.
8. Основы технологий добычи урана и тория, обогащения урана и переработки облученного ядерного топлива.

Темы практических занятий:

1. Получение энергии в ядерных реакциях деления и синтеза ядер.
2. Основные взаимодействия нейтронов с ядрами топлива, замедлителя, поглотителя.
3. Возможность создания самоподдерживающейся цепной реакции деления на воспроизводящих и делящихся ядрах.
4. Оценка ядерной безопасности при обращении со свежим ядерным топливом.
5. Определение спектра плотности потока нейтронов в объеме свежего ядерного топлива.
6. Определение объема свежего ядерного топлива, обеспечивающего ядерную безопасность.
7. Определение спектра плотности потока сопутствующего гамма-излучения.
8. Оценка радиационной безопасности при обращении со свежим ядерным топливом.

Раздел 2. Традиционные и перспективные ядерные топливные циклы.

Уран-плутониевый, торий-урановый и смешанные ядерные топливные циклы. Структурные схемы перемещения топлива в различных ЯТЦ. Применение реакторов-размножителей на быстрых нейтронах в уран-плутониевом топливном цикле.

Состояние исследований по уран-плутониевой, торий-урановой и смешанной загрузке легководного реактора. Параметры кампании и первых циклов выгорания. Балансы масс основных ядерных материалов и актиноидов в сравнении со стандартной и торий-плутониевой загрузкой. Дефицит запаздывающих нейтронов.

Параметры эксплуатации реактора, влияющие на состав ОЯТ. Нуклидный состав продуктов деления. Выдержка ОЯТ.

Физика реактора на быстрых нейтронах. Общие сведения о сечениях в области быстрых и промежуточных нейтронов. Спектр нейтронов в реакторе на быстрых нейтронах.

Особенности реализации ядерного топливного цикла на базе реакторов на быстрых нейтронах.

Темы лекций:

1. Состояние и перспективы развития ЯТЦ мировой и российской ядерной энергетики.
2. Традиционные ЯТЦ.
3. Перспективные ЯТЦ.
4. Особенности нейтронно-физических параметров нуклидов, использующихся в различных ЯТЦ.
5. Выгорание и воспроизводство ядерного топлива.
6. Баланс ядерных материалов и актиноидов в ЯТЦ.
7. Особенности воспроизводства вторичных делящихся нуклидов в реакторах на быстрых и тепловых нейтронах.
8. Вопросы реализации замкнутого или закрытого ЯТЦ.

Темы практических занятий:

1. Анализ эксплуатационных параметров и конструктивных особенностей ядерного реактора для определения нейтронно-физических параметров реактора.
2. Определение спектра плотности потока нейтронов в активной зоне ядерного реактора.
3. Нормировка спектра плотности потока нейтронов.
4. Эффективный коэффициент размножения нейтронов и запас реактивности.
5. Влияние эффектов самоэкранировки ядер на размножающие свойства активной зоны.
6. Влияние температуры эксплуатации материалов на размножающие свойства активной зоны.
7. Влияние компенсации запаса реактивности на формирование спектра плотности потока нейтронов.
8. Научный анализ расчетных результатов и возможности оптимизации нейтронно-физических параметров ядерных реакторов.

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;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- 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;
- Выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

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. Казанский, Ю. А. Кинетика ядерных реакторов. Коэффициенты реактивности. Введение в динамику : учебное пособие / Ю. А. Казанский, Я. В. Слекеничс. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. — 300 с. — ISBN 978-5-7262-1696-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75770> (дата обращения: 05.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Красников, П. В. Расчеты физических характеристик ядерных реакторов : учебное пособие / П. В. Красников, С. В. Столотнюк, Я. Д. Столотнюк. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 95 с. — ISBN 978-5-7038-3852-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/58558> (дата обращения: 05.10.2019). — 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: 14.02.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Алексеев, С.В. Нитридное топливо для ядерной энергетики : 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 энергетики : 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.

5. Физика и эксплуатационные режимы реактора ВВЭР-1000 : монография / В. И. Белозеров, М. М. Жук, Ю. А. Кузина, М. Ю. Терновых. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. — 288 с. — ISBN 978-5-7262-2016-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103234> (дата обращения: 05.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

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

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 340	Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 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. 2 313	Комплект учебной мебели на 40 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт.
3.	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.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 431	Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.
5.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 042Б	Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; Доска аудиторная настенная - 1 шт.;
6.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 432А	Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Доска аудиторная настенная - 3 шт.; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.04.02 Ядерные физика и технологии (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
-----------	-----

Доцент ОЯТЦ ИЯТШ	Нестеров В.Н.
------------------	---------------

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