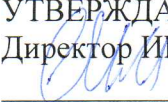


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ
 (Матвеев А.С.)
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Теория переноса нейтронов

Направление подготовки/ специальность	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Проектирование и эксплуатация атомных станций		
Специализация	Проектирование и эксплуатация атомных станций		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	3	семестр	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	5		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	24	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	72	
Самостоятельная работа, ч		168	
ИТОГО, ч		180	

Вид промежуточной
аттестации

экзамен	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н.Бутакова
----------------	---------------------------------	-----------------------------

Заведующий кафедрой –
руководитель
НОЦ И.Н. Бутакова на правах
кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	Заворин А.С.
	Воробьев А.В.
	Кузьмин А.В.

2020 г.

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
ПК(У)-7	Способен анализировать и рассчитывать нейтронно-физические процессы реакторных установок в стационарных и нестационарных режимах работы	И.ПК(У)-7.1	Анализирует и рассчитывает нейтронно-физические процессы в активной зоне ядерных реакторов	ПК(У)-7.1В1	Владеет опытом анализа и расчета нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерных реакторов Теория переноса нейтронов
				ПК(У)-7.1У1	Умеет анализировать и рассчитывать нейтронно-физические процессы в активной зоне ядерных реакторов Теория переноса нейтронов
				ПК(У)-7.1З1	Знает закономерности протекания нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерного реактора и методы нейтронно-физического расчета Теория переноса нейтронов
		И.ПК(У)-10.2	Проводит ядерно-физические и нейтронно-физические расчетные исследования	ПК(У)-10.2В1	Владеет опытом использования основных законов ядерной физики для выполнения нейтронно-физических и других расчетов Теория переноса нейтронов
				ПК(У)-10.2У1	Умеет выбирать методики и применять их для проведения нейтронно-

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					физических и других расчетов в стационарных и нестационарных режимах работы реактора Теория переноса нейтронов
				ПК(У)-10.231	Знает основные методы ядерно-физических исследований, методы проведения нейтронно-физических и других расчетов стационарных и нестационарных режимов Теория переноса нейтронов

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой 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	
РД1	Знать: основные типы ядерных реакций и принципы расчета их выхода и энергетического эффекта; спектры нейтронов в реакторе и определение их основных характеристик; основы процессов диффузии и замедления нейтронов в различных средах	И.ПК(У)-7.1
РД2	Уметь: составлять математические модели процессов изменения нуклидного состава, протекающих в активной зоне реактора; определять физически обоснованные упрощения основных уравнений, в том числе и переноса нейтронов; работать со справочной литературой по нахождению ядерно-физических констант	И.ПК(У)-10.2
РД3	Владеть: методикой эксперимента и обработки опытных данных по определению миграционных характеристик нейтрона	И.ПК(У)-7.1

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Основы ядерной и нейтронной физики	РД1	Лекции	8
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	42
Раздел 2. Диффузия моноэнергетических нейтронов	РД2	Лекции	8
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	42
Раздел 3. Основы теории замедления нейтронов в бесконечных средах	РД2	Лекции	8
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	42
Раздел 4. Пространственное распределение замедляющихся нейтронов	РД3	Лекции	8
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	42

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основы ядерной и нейтронной физики

Свойства ядер и ядерные реакции. Взаимодействие нейтронов различных энергий с ядрами. Процесс деления и спектры нейтронов в ядерном реакторе. Нейтронный цикл в реакторе на тепловых нейтронах.

Темы лекций:

1. Свойства ядер и ядерные реакции
2. Взаимодействие нейтронов различных энергий с ядрами
3. Процесс деления ядер
4. Нейтронный цикл в реакторе на тепловых нейтронах

Темы практических занятий:

1. Радиоактивность
2. Виды взаимодействия нейтронов с ядрами
3. Избыток массы. Энергия связи

Название лабораторных работ :

1. Расчёты изменения нуклидного состава
2. Закон радиоактивного распада

Раздел 2. Диффузия моноэнергетических нейтронов

Типичные траектории диффундирующего нейтрона. Уравнение диффузии. Граничные условия в центре, на границе раздела двух сред, на границе с вакуумом. Альбеда тепловых нейтронов.

Темы лекций:

5. Понятие о диффузии нейтронов.
6. Длина свободного пробега и макроскопическое сечение. Плотность тока нейтронов.
7. Уравнение диффузии. Решение уравнения в средах с точечным источником.
8. Одногрупповое диффузионное приближение.

Темы практических занятий:

4. Особенности спектров нейтронного газа
5. Спектры нейтронов энергетических реакторов
6. Интегральное уравнение для потока моноэнергетических нейтронов

Название лабораторных работ :

3. Спектры нейтронов ядерных реакторов.
4. Температура нейтронного газа

Раздел 3. Основы теории замедления нейтронов в бесконечных средах
--

Законы упругого рассеяния нейтронов. Стационарное уравнение упругого замедления. Решение уравнения замедления в непоглощающей среде. Решение уравнения замедления в среде с захватом. Приближение Вигнера. Приближение Грюлинга-Герцеля. Резонансное поглощение в многокомпонентной среде.

Темы лекций:

9. Модель замедления.
10. Замедление в различных средах
11. Решение уравнения замедления в среде с захватом
12. Приближение Вигнера. Приближение Грюлинга-Герцеля.

Темы практических занятий:

7. Теория экспоненциального опыта в определении параметров диффузии тепловых нейтронов
8. Полная теория экспоненциального опыта
9. Закон рассеяния

Название лабораторных работ :

5. Теория экспоненциального опыта
6. Среднелогарифмическая потеря энергии

Раздел 4. Пространственное распределение замедляющихся нейтронов

Модель непрерывного замедления. Суперпозиции источников. Пределы применимости уравнения замедления.

Темы лекций:

13. Модель непрерывного замедления. Уравнение возраста.
14. Многогрупповое приближение.
15. Пределы применимости уравнения замедления.
16. Возраст нейтронов

Темы практических занятий:

10. Теория метода вычисления возраста и времени замедления
11. Оценка возраста нейтронов в смеси веществ.
12. Дифференциальное уравнение термализации нейтронов

Название лабораторных работ :

7. Вычисление возраста и времени замедления нейтронов в различных средах
8. Вычисление площади миграции нейтронов

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины 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 информации;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к контрольной работе и экзамену.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**6.1 Учебно-методическое обеспечение**

1. Основы теории и методы расчёта ядерных энергетических реакторов: учеб. пособие для вузов / Г.Г. Бартоломей, Г.А. Бать, В.Д. Байбаков, М.С. Алхутов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Екб.: Изд-во ЮЛАНД, 2016. – 512 с.: ил...
2. Кузьмин А.В. Основы теории переноса нейтронов (лабораторный практикум): учеб. пособие для вузов. 2-е изд. – Томск: Изд-во ТПУ. 2010. – 192 с.
3. Кузьмин А.В. Экспериментальное и расчетное определение возраста нейтронов деления в различных средах: учеб. пособие для вузов. – Томск: Изд-во ТПУ. 2011. – 208 с.

Дополнительная литература:

4. Бойко В.И., Кошелев Ф.П. Ядерные технологии в различных сферах человеческой деятельности: учеб. пособие – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2008. – 341 с
5. Стогов Ю.В. Основы нейтронной физики: Учеб. пособие. – МИФИ.–М: Издательство «Тривант», 2008. – 203 с., ил.
6. Групповые константы для расчета реакторов и защиты: Справочник / Л.П. Абагян, Н.О. Базанянц, М.Н. Николаев, А.М. Цибуля: Под ред. М.Н. Николаева. – М.: Энергоиздат, 1981. – 232 с.
7. Климов А.Н. Ядерная физика и ядерные реакторы учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2002. – 464 с.: ил.
8. Меррей Р. Физика ядерных реакторов. – М.:АИ, 1961. – с. 292

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы :

1. Росатом, Госкорпорация (полный цикл в сфере атомной энергетики и промышленности, Москва)
<http://www.rosatom.ru/>
2. «Концерн Росэнергоатом», ОАО (компания, эксплуатирующая АЭС России, Москва)
<http://www.rosenergoatom.ru/>
3. ТВЭЛ, ОАО (производитель ядерного топлива, Москва)
<http://www.tvel.ru/>
4. Атомстройэкспорт, ЗАО (строительство и эксплуатация АЭС за рубежом, Москва)
<http://www.atomstroyexport.ru/>
5. ИБРАЭ — Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (Москва)
<http://www.ibrae.ac.ru/>
6. ВНИИАМ — Всероссийский научно-исследовательский институт атомного энергетического машиностроения (ОАО «ВНИИАМ»)
<http://www.vniiam.ru/>
7. Информационный портал о радиационной обстановке на объектах российской атомной отрасли
<http://www.russianatom.ru/>
8. Пресс-центр атомной энергетики и промышленности
<http://www.minatom.ru>
9. Nuclear.Ru (информационно-аналитический портал для специалистов атомной отрасли)
<http://www.nuclear.ru/>
10. Atominfo.Ru (информационно-аналитический сайт для специалистов атомной отрасли)
<http://www.atominfo.ru/>
11. Детская ядерная академия
<http://www.dya.ru/>
12. Атомная энергетика в Томской области
<http://www.aes.tomsk.ru/>
13. Экология и атомная энергетика
<http://www.ecoatominf.aaanet.ru/>

Используемое лицензионное программное обеспечение :

1. При освоении теоретических разделов дисциплины используются: технические средства аудитории с АСУ ПДС (компьютеры);
- программное обеспечение АСУ ПДС;

При выполнении индивидуальных письменных заданий студенты используют оборудование компьютерных классов, оснащенное профильным программным обеспечением.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по специальности: 141403 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».

Программа одобрена на заседании кафедры Атомных и тепловых электростанций Энергетического института Национального исследовательского Томского политехнического университета

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 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 32	– Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; – Компьютер - 20 шт.; – Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а,38	– Комплект учебной мебели на 30 посадочных мест; – Крепление для проектора Perless PRG-UNV - 1 шт.; – Компьютер - 1 шт.; – Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 302	– Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; – Компьютер - 1 шт.; П – роектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.05.02 - «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		А.В.Кузьмин

Программа одобрена на заседании отделения НОЦ И.Н. Бутакова (протокол от 04.06.2020 г. №43).

Заведующий кафедрой – руководитель
НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры,
д.т.н, профессор

 /А.С. Заворин/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н.Бутакова (протокол)
2020/2021 учебный год	Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин	Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020 г.
	Внесены изменения в разделы учебно-методическое, информационное, программное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	№ 44 от 26.06.2020 г.