

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 2016 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

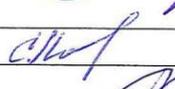
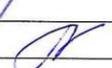
Теория переноса нейтронов

Направление подготовки/ специальность	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Nuclear power plants: design, operation and engineering / Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг		
Специализация	Design and operation of nuclear power plants / Проектирование и эксплуатация атомных станций		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	3	семестр	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		32
	Практические занятия		32
	Лабораторные занятия		16
	ВСЕГО		80
	Самостоятельная работа, ч		136
	ИТОГО, ч		216

Вид промежуточной аттестации

экзамен 6	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова
------------------	------------------------------	------------------------------

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

	Заворин А.С.
	Лавриненко С.В.
	Кузьмин А.В.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-16	способностью анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы	Р17	ПК(У)- 16.В1	Владеет опытом анализа нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерных реакторов
			ПК(У)- 16.У1	Умеет анализировать нейтронно-физические процессы в активной зоне ядерных реакторов
			ПК(У)- 16.З1	Знает закономерности протекания нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерного реактора Кинетика ядерных реакторов
ПСК(У)-1.4	способностью выполнять теплогидравлические, нейтронно-физические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств	Р17	ПК(У)- 16.В1	Владеет опытом расчета нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерных реакторов
			ПК(У)- 16.У1	Умеет рассчитывать нейтронно-физические процессы в активной зоне ядерных реакторов
			ПК(У)- 16.З1	Знает методы нейтронно-физического расчета процессов в активной зоне ядерного реактора

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		Компетенция
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	ПК(У)-16

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	ПК(У)-16
РД3	Владеть: методикой эксперимента и обработки опытных данных по определению миграционных характеристик нейтрона	ПСК(У)-1.4

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	10
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	34
Раздел 2. Диффузия моноэнергетических нейтронов	РД2	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	34
Раздел 3. Основы теории замедления нейтронов в бесконечных средах	РД2	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	34
Раздел 4. Пространственное распределение замедляющихся нейтронов	РД3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	34

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
5. Ядерное топливо

Темы практических занятий:

1. Радиоактивность
2. Виды взаимодействий нейтронов с ядрами
3. Избыток массы. Энергия связи
4. Стадии процесса деления
5. Продукты деления

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. Альbedo тепловых нейтронов.

Темы лекций:

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

Темы практических занятий:

6. Особенности спектров нейтронного газа
7. Спектры нейтронов энергетических реакторов
8. Интегральное уравнение для потока моноэнергетических нейтронов
9. Принцип суперпозиции источников. Метод функции Грина

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:

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

Темы практических занятий:

10. Теория экспоненциального опыта в определении параметров диффузии тепловых нейтронов
11. Полная теория экспоненциального опыта
12. Закон рассеяния
13. Замедление в тяжелых рассеивателях с поглощением

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:

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

Темы практических занятий:

14. Теория метода вычисления возраста и времени замедления
15. Оценка возраста нейтронов в смеси веществ.
16. 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 и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий;
- 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. Широков, С. В. Физика ядерных реакторов : учебное пособие / С. В. Широков. — Минск : Вышэйшая школа, 2011. — 352 с. — ISBN 978-985-06-2006-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65424> (дата обращения: 03.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Бойко, В. И. Физический расчет ядерного реактора на тепловых нейтронах : учебное пособие для вузов : учебное пособие / В. И. Бойко. — Томск : ТПУ, 2009. — 504 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/10291> (дата обращения: 03.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. 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: 03.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Окунев, В. С. Нейтронно-физический расчет решетки ядерного реактора на основе газокинетической теории переноса : учебное пособие / В. С. Окунев, И. С. Лисицын. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 145 с. — ISBN 978-5-7038-3333-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/52232> (дата обращения: 03.12.2020). — 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. 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/>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем**

лицензионного программного обеспечения ТПУ):

1. Программное обеспечение АСУ ПДС;
2. Microsoft Word 2010;
3. Document Foundation LibreOffice;
4. Cisco Webex Meetings;

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 2016 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Степень	ФИО
Доцент	к.т.н.	А.В.Кузьмин

Программа одобрена на заседании кафедры АТЭС (протокол от 11.02.2016 г. № 2).

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

 /А.С. Заворин

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2017/2018 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	№ 19 от 18.05.2017