

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 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

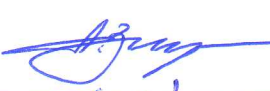
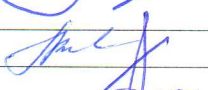
Теория переноса нейтронов

Направление подготовки/ специальность	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг		
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		108	
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 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	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	ПК(У)-16.B2	Владеет опытом анализа нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерных реакторов
		ПК(У)-16.Y2	Умеет анализировать нейтронно-физические процессы в активной зоне ядерных реакторов
		ПК(У)-16.32	Знает закономерности протекания нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерного реактора
ПК(У)-17	способностью проводить нейтронно-физические и теплогидравлические расчеты ядерных реакторов в стационарных и нестационарных режимах работы	ПК(У)-17.B1	Владеет опытом расчета нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерных реакторов
		ПК(У)-17.Y1	Умеет рассчитывать нейтронно-физические процессы в активной зоне ядерных реакторов
		ПК(У)-17.31	Знает методы расчета нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерных реакторов
ПСК(У)-1.4	способностью выполнять теплогидравлические, нейтронно-физические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств	ПСК(У)-1.4.B4	Владеет опытом использования современных средств расчета нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерных реакторов
		ПСК(У)-1.4.Y4	Умеет использовать современные средства расчета нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерных реакторов
		ПСК(У)-1.4.34	Знает современные средства нейтронно-физического расчета активной зоны 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	ПК(У)-16

	средах	
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. <i>Пространственное распределение замедляющихся нейтронов</i>
--

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.tvcl.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.aanet.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\$;

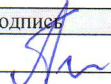
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент НОЦ И. Н. Бутакова		А.В.Кузьмин

Программа одобрена на заседании отделения НОЦ И.Н. Бутакова (протокол № 11 от 19.06. 2018г.).

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)
2019/2020 уч. год	Внесены изменения в разделы учебно-методическое, информационное, программное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	№ 29 от 30.05.2019 г.
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.