ФГАОУ ВО "СПБПУ"
Подписано цифровой подписью: ФГАОУ ВО "СПБПУ"
DN: 1.2.643.100.3=120B303637343137303034537, 1.2.643.100.1=1200313032373830323530353237 39, 1.2.643.3.131.1.1=120C303037380304303030737, email=lubla68@mail.ru, c=RU, st=78 г. Санкт-Петербург, l=город Санкт-Петербург, o=ФГАОУ ВО "СПБПУ", ou=ИЯЭ СПбПУ, cn=ФГАОУ ВО "СПБПУ", street=улица Политехническая, 29, 1.2.840.113549.1.9.2=78040400077-472602001-781614963710, title=исполняющий обязанности директора, givenName=Евгений Константинович, sn=Фещенко
Дата: 2021.08.27 12:27:37 +03'00'

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора ИЯЭ «СПбПУ» Е.К. Фещенко

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Теория переноса нейтронов»

Разработчик	Кафедра "Проектирование и эксплуатация АЭС"
Направление (специальность) подготовки	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
Наименование ООП	14.05.02_01 Проектирование и эксплуатация атомных станций
Квалификация (степень) выпускника	**инженер-физик**
Образовательный стандарт	**СУОС СПбПУ**
Форма обучения	**Очная**

Руководитель ОП А.В. Ельшин

Соответствует СУОС СПбПУ
Утверждена протоколом заседания кафедры "ПиЭАЭС"
от «30» июня 2021 г. № 10

Аннотацию разработал:
Заведующий кафедрой, д.т.н., с.н.с. А.В. Ельшин

Цели освоения дисциплины

1. Цель дисциплины – ознакомить студентов с основными законами взаимодействия нейтронов с веществом, способами описания пространственно-энергетического распределения нейтронов в средах.
2. Планируемые результаты изучения дисциплины: В результате освоения дисциплины студент должен знать: закономерности диффузии нейтронов в средах и распределения нейтронных полей в средах; закономерности замедления нейтронов среде; закономерности процесса термализации нейтронов. Уметь: решать задачи применительно к реальным процессам; оценивать распределения нейтронов в размножающих и не размножающих средах. Владеть: методами расчета макросечений взаимодействия материалов с нейтронами.

Результаты обучения выпускника

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
ОПК-1	**Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования**
ИД-21 ОПК-1	Применяет соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования при решении профессиональных задач в области нейтронной физики

Планируемые результаты изучения дисциплины

знания:

- Знает основные закономерности физико-математического аппарата в области нейтронной физики

навыки:

- Владеет навыками проведения экспериментального исследования в области ядерной физики

Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость по семестрам
	Очная форма
Лекционные занятия	32
Практические занятия	32
Самостоятельная работа	62
Часы на контроль	54
Общая трудоемкость освоения дисциплины	180, ач
	5, зет

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Количество по семестрам
	Очная форма
Промежуточная аттестация	
Экзамены, шт.	1

Содержание разделов и результаты изучения дисциплины

Раздел дисциплины	Содержание
1. Основные понятия теории переноса нейтронов. Сечения ядерных реакций. Виды реакций. Зависимость сечений от энергии. Реакция деления	Общие характеристики взаимодействия нейтронов с ядрами. Плотность и плотность потока нейтронов, микроскопические и макроскопические сечения, плотность ядер в среде разного химического состава. Скорости реакций. Обзор нейтронных сечений. Области энергий нейтронов - тепловая, промежуточная, быстрая. Классификация ядер по атомному весу. Зависимости нейтронных сечений основных реакторных материалов от энергии.
2. Понятие о диффузии нейтронов	Понятие о процессе диффузии в физике. Особенности распространения нейтронов в среде. Особенности диффузии тепловых нейтронов.
3. Термализация нейтронов. Спектр Максвелла. Температура нейтронного газа	Термализация нейтронов. Тепловое равновесие в среде. Спектр Максвелла. Изменение Спектра Максвелла - диффузионный разогрев спектра. Учет разогрева спектра через температуру нейтронного газа
4. Параметры, определяющие диффузию нейтронов в пространстве. Длина пробега. Длина диффузии	Длина свободного пробега. Длина пробега до поглощения. Формула Эйнштейна. Длина диффузии. Угол рассеяния. Макроскопическое сечение.
5. Закон Фика для нейтронов. Односторонние токи. Диффузионное приближение	Условия применимости модели диффузии. Односторонние токи, суммарный ток. Вывод выражений для односторонних токов в среде, выражение суммарного тока. Закон Фика
6. Уравнение диффузии. Граничные условия. Экспоненциальные опыты (стационарный и нестационарный) на тепловых нейтронах	Получение уравнения диффузии. Диффузионная длина. Граничные условия на границе раздела двух сред - непрерывность функций. Граничные условия на границе с вакуумом, экстраполированная длина. Уравнение диффузии в трех геометриях. Решение неоднородного уравнения для трех геометрий с источниками. Собственные функции однородного уравнения. Физический смысл длины диффузии

7. Замедление нейтронов в бесконечных средах. Рассеяние нейтронов на неподвижном ядре. Законы рассеяния. Число столкновений, необходимых для замедления. Летаргия нейтронов	Рассеяние нейтронов в системе координат - лабораторной и центра инерции. Связи скоростей, углов рассеяния. Предельные случаи лобового и скользящего столкновений. Максимальная потеря энергии, ступенька рассеяния, альфа. Изотропное рассеяние. Равновероятное статистическое распределение рассеянных нейтронов. Получение средней энергии нейтронов; средней потери энергии при рассеянии. Летаргия, шкала летаргии
8. Энергетическое распределение замедляющихся нейтронов в бесконечных гомогенных средах. Плотность замедления. Спектр Ферми	Вывод уравнения замедления в бесконечной среде для водорода без поглощения, водорода с поглощением, любого ядра без поглощения и с поглощением. Спектры замедляющихся нейтронов. Спектр Ферми
9. Замедление нейтронов в среде с поглощением. Вероятность избежать поглощения при замедлении. Эффективный резонансный интеграл	Получение выражения для вероятности избежать поглощения при замедлении. Резонансный интеграл. Бесконечный резонансный интеграл и эффективный резонансный интеграл. Зависимость эффективного резонансного интеграла от разбавления основного поглотителя ядрами среды и от температуры
10. Пространственное распределение замедляющихся нейтронов. Модель непрерывного замедления. Возраст нейтронов	Связь времени замедления и летаргии. Решение нестационарного уравнения диффузии. Понятие возраста нейтронов. Распределение нейтронов по пробегам.
11. Уравнение возраста	Длина замедления. Возраст нейтронов. Примеры решения уравнения возраста (простейшие формы источников, нитевидные источники),
12. Уравнение замедления нейтронов.	Возможность измерения возраста.Замедление нейтронов на водороде без поглощения. Замедление нейтронов на водороде с поглощением. Замедление нейтронов в двухкомпонентной среде.
13. Понятие о многогрупповом приближении	Энергетические группы. Групповые макроскопические сечения. Групповая библиотека констант. Групповое уравнение диффузии. Критерии выбора числа энергетических групп.
14. Уравнение переноса нейтронов. Граничные условия. Баланс нейтронов в реакторе Учет запаздывающих нейтронов	Получение интегро-дифференциального уравнения переноса нейтронов в среде. Интегралы рассеяния и деления. Источники. Общие граничные условия. Уравнение переноса в интегральном виде