

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

---

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯЭ О.Н. Шишова

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Физическое и математическое моделирование»**

Разработчик	Кафедра "Проектирование и эксплуатация АЭС"
Направление (специальность) подготовки	14.05.01 Ядерные реакторы и материалы
Наименование ООП	14.05.01_01 Ядерные реакторы
Квалификация (степень) выпускника	<b>инженер-физик</b>
Образовательный стандарт	<b>СУОС СПбПУ</b>
Форма обучения	<b>Очная</b>

Руководитель ОП

Соответствует СУОС СПбПУ  
Утверждена протоколом заседания  
кафедры "ПиЭАЭС"  
от «08» мая 2018 г. № 12

Аннотацию разработал:

Заведующий кафедрой, д.т.н., с.н.с. А.В. Ельшин

## **Цели освоения дисциплины**

Целью изучения дисциплины "Физическое и математическое моделирование" является формирование у специалистов (знаний о методах численного решения уравнения переноса нейтронов в различных его приближениях и умения применять их при решении задач в профессиональной области (проектно-конструкторской, научно-исследовательской, пуско-наладочной и эксплуатационной деятельности).

## **Результаты обучения выпускника**

<b>Код</b>	<b>Результат обучения (компетенция) выпускника ООП</b>
<b>ПК-14</b>	<b>Способен совершенствовать методы физического и математического моделирования ядерно-физических установок</b>
<b>ИД-2 ПК-14</b>	Совершенствует методы физического и математического моделирования ядерно-физических установок в области моделирования и алгоритмизации задач энергетики

## **Планируемые результаты изучения дисциплины**

### **знания:**

- Знает методы физического и математического моделирования ядерно-физических установок в области моделирования и алгоритмизации задач энергетики

### **умения:**

- Умеет применять методы физического и математического моделирования ядерно-физических установок в области моделирования и алгоритмизации задач энергетики

### **навыки:**

- Владеет навыками интерпретации результатов физического и математического моделирования ядерно-физических установок в области моделирования и алгоритмизации задач энергетики

### Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость по семестрам
	Очная форма
Лекционные занятия	16
Практические занятия	16
Самостоятельная работа	49
Часы на контроль	27
Общая трудоемкость освоения дисциплины	108, ач
	3, 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
<b>1. Физические, математические, численные, расчетные модели.</b>	Физические, математические, численные, расчетные модели. Моделирование процессов, уравнения, способы, свойства.
<b>2. Уравнение переноса нейтронов. Условно стационарное и условно критическое уравнения. Собственное число Кэф.</b>	Составляющие баланса нейтронов в элементарном фазовом объеме. Индикатриса рассеяния, индикатриса взаимодействия. Спектр нейтронов деления. Нестационарное и стационарное, однородное и неоднородное уравнения. Вывод уравнения переноса нейтронов в интегро-дифференциальной и интегральной форме. Общий баланс нейтронов в реакторе
<b>3. Введение в численные методы решения уравнения переноса нейтронов</b>	Группа нейтронов, полная система сферических функций, конечные разности, вероятности первых столкновений. Групповые сечения, угловые моменты разложения распределения нейтронов по сферическим гармоникам.
<b>4. Односкоростное уравнение переноса нейтронов (приближение постоянных сечений)</b>	Уравнение переноса нейтронов в приближении постоянных сечений. Вывод односкоростного уравнения переноса нейтронов.
<b>5. Свойства решения уравнения переноса нейтронов (метод Кейза)</b>	Метод Кейза разделения переменных, дискретный, непрерывный спектр собственных значений. Асимптотическая и переходная компоненты решения. Вывод из односкоростного уравнения частного случая одномерного уравнения с изотропным рассеянием с безразмерными коэффициентами.
<b>6. Метод сферических гармоник. P<sub>n</sub> - приближение. Анизотропия рассеяния в P<sub>n</sub>-приближении. Транспортное приближение. Многогрупповое P<sub>n</sub>-приближение</b>	Сферические гармоники, полиномы Лежандра, в том числе присоединенные, рекуррентные формулы. Физический смысл коэффициентов разложения. Индикатриса рассеяния, угловые моменты индикатрисы. Транспортное приближение. Вывод системы уравнений метода сферических гармоник в одномерной геометрии с изотропным рассеянием. Учет при выводе анизотропии рассеяния. Линейно-анизотропное и транспортное приближение.
<b>7. Метод дискретных ординат</b>	Выделенные направления полета нейтронов. Представление интегралов в виде сумм. Запись системы уравнений.
<b>8. Подготовка нейтронно-ядерных констант (нейтронных эффективных сечений)</b>	Многогрупповая библиотека микросечений. Библиотеки детальных ядерных данных. Усреднение детальной энергетической зависимости сечений.

<b>9. Метод вероятностей первых столкновений</b>	Вероятности первых столкновений (ВПС). Уравнение Пайерлса, одногрупповое и многогрупповое, расчет ВПС.
<b>10. Метод итераций источника. Конечно-разностные алгоритмы в одномерной и многомерной геометриях. Ускорение сходимости итераций.</b>	Итерации, сходимость. Конечные разности. Трех-, пяти-, семи-, девятиточечные конечно-разностные уравнения. Метод простой итерации, Итерации Гаусса-Зайделя, методы точечной и линейной релаксации, метод переменных направлений. Ускоряющие параметры.
<b>11. Особенности расчета нестационарных процессов в реакторе</b>	Явная, неявные схемы. Дискретизация по времени малогрупповых уравнений диффузии с запаздывающими нейтронами.
<b>12. Программные средства для нейтронно-физического расчета реакторов различных типов</b>	Расчетные коды для ВВЭР, РБМК, быстрых, транспортных реакторов. Процедура аттестации расчетных кодов.