

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

---

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯЭ О.Н. Шишова

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Режимы работы и эксплуатации АЭС»**

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	<b>инженер-физик</b>
Образовательный стандарт	<b>СУОС СПбПУ</b>
Форма обучения	<b>Очно-заочная</b>

Руководитель ОП А.В. Ельшин

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 дисциплины является изучение физических процессов в реальных реакторах и их математическое описание; овладение основными методами решения уравнения переноса нейтронов для расчета нейтронно-физических характеристик ЯЭУ, изучение экспериментальных методов определения характеристик активной зоны ядерного реактора. Программа курса состоит из лекций, материал которых закрепляется циклом практических занятий.

## Результаты обучения выпускника

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
<b>ПК-11</b>	<b>Способен выполнять работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем и оборудования ядерных энергетических установок</b>
ИД-1 ПК-11	Выполняет работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем и оборудования ядерных энергетических установок
<b>ПК-12</b>	<b>Способен применять на практике принципы организации эксплуатации АС, а также понимать принципиальные особенности стационарных и переходных режимов реакторных установок и энергоблоков при нормальной эксплуатации, при ее нарушениях, при ремонте и перегрузках</b>
ИД-1 ПК-12	Применяет на практике принципы организации эксплуатации АС, а также понимает принципиальные особенности стационарных и переходных режимов реакторных установок и энергоблоков при нормальной эксплуатации, при ее нарушениях, при ремонте и перегрузках в области эксплуатации АЭС
<b>ПК-13</b>	<b>Способен понимать причины накладываемых на режимы ограничений, связанных с требованиями по безопасности и особенностями конструкций основного оборудования и возможностями технологических схем АС</b>
ИД-1 ПК-13	Понимает причины накладываемых на режимы ограничений, связанных с требованиями по безопасности и особенностями конструкций основного оборудования и возможностями технологических схем АС в области эксплуатации АЭС
<b>ПК-14</b>	<b>Способен выполнять типовые операции по управлению реактором и энергоблоком на понятийном тренажере</b>
ИД-3 ПК-14	Выполняет типовые операции по управлению реактором и энергоблоком на понятийном тренажере в области эксплуатации АЭС
<b>ПК-15</b>	<b>Способен применять принципы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока в целом при различных режимах работы АС с соблюдением требований безопасности</b>

ИД-1 ПК-15	Применяет принципы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока в целом при различных режимах работы АС с соблюдением требований безопасности в области эксплуатации АЭС
ПК-2	<b>Способен проводить физические эксперименты на этапах физического и энергетического пуска энергоблока с целью определения нейтронно-физических параметров реакторной установки и АС в целом</b>
ИД-2 ПК-2	Проводит физические эксперименты на этапах физического и энергетического пуска энергоблока с целью определения нейтронно-физических параметров реакторной установки и АС в целом в области эксплуатации АС
ПК-9	<b>Способен проводить экспертизу технической документации основного оборудования АС и исследования причин неисправностей технологического оборудования, находить пути их устранения</b>
ИД-1 ПК-9	Проводит экспертизу технической документации основного оборудования АС и исследования причин неисправностей технологического оборудования, находить пути их устранения в области эксплуатации АЭС

## Планируемые результаты изучения дисциплины

### знания:

- Знает методы физических экспериментов на этапах физического и энергетического пуска энергоблока с целью определения нейтронно-физических параметров реакторной установки и АС в целом в области эксплуатации АС
- Знает состав технической документации основного оборудования АС и методы исследования причин неисправностей технологического оборудования, находить пути их устранения в области эксплуатации АЭС
- Знает методы выполнения работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем и оборудования ядерных энергетических установок
- Знает принципы организации эксплуатации АС, принципиальные особенности стационарных и переходных режимов реакторных установок и энергоблоков при нормальной эксплуатации, при ее нарушениях, при ремонте и перегрузках в области эксплуатации АЭС
- Знает причины накладываемых на режимы ограничений, связанных с требованиями по безопасности и особенностями конструкций основного оборудования и возможностями технологических схем АС в области эксплуатации АЭС
- Знает системы управления и защиты ядерных реакторов и энергоблоков для выполнения типовых операций по управлению реактором и энергоблоком на понятийном тренажере в области эксплуатации АЭС

- Знает принципы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока в целом при различных режимах работы АС с соблюдением требований безопасности в области эксплуатации АЭС

#### **умения:**

- Умеет анализировать состав технической документации основного оборудования АС и методы исследования причин неисправностей технологического оборудования, находить пути их устранения в области эксплуатации АЭС
- Умеет выполнять подготовительные работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем и оборудования ядерных энергетических установок
- Умеет организовывать эксплуатацию АС, с учетом принципиальных особенностей стационарных и переходных режимов реакторных установок и энергоблоков при нормальной эксплуатации, при ее нарушениях, при ремонте и перегрузках в области эксплуатации АЭС
- Умеет анализировать причины накладываемых на режимы ограничений, связанных с требованиями по безопасности и особенностями конструкций основного оборудования и возможностями технологических схем АС в области эксплуатации АЭС
- Умеет анализировать работу систем управления и защиты ядерных реакторов и энергоблоков для выполнения типовых операций по управлению реактором и энергоблоком на понятийном тренажере в области эксплуатации АЭС
- Умеет анализировать оптимальные режимы работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока в целом при различных режимах работы АС с соблюдением требований безопасности в области эксплуатации АЭС

#### **навыки:**

- Владеет навыками интерпретации результатов физических экспериментов на этапах физического и энергетического пуска энергоблока с целью определения нейтронно-физических параметров реакторной установки и АС в целом в области эксплуатации АС
- Владеет навыками интерпретации результатов исследований причин неисправностей технологического оборудования, находить пути их устранения в области эксплуатации АЭС
- Владеет навыками анализа результатов работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем и оборудования ядерных энергетических установок
- Владеет навыками анализа результатов эксплуатации АС, с учетом принципиальных особенностей стационарных и переходных режимов реакторных установок и энергоблоков

при нормальной эксплуатации, при ее нарушениях, при ремонте и перегрузках в области эксплуатации АЭС

- Владеет навыками интерпретации результатов эксплуатации АЭС, связанных с накладываемыми на режимы ограничений, связанных с требованиями по безопасности и особенностями конструкций основного оборудования и возможностями технологических схем АС
- Владеет навыками интерпретации результатов анализа работы систем управления и защиты ядерных реакторов и энергоблоков для выполнения типовых операций по управлению реактором и энергоблоком на понятийном тренажере в области эксплуатации АЭС
- Владеет навыками интерпретации результатов анализа оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока в целом при различных режимах работы АС с соблюдением требований безопасности в области эксплуатации АЭС

## Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость по семестрам
	Очно-заочная форма
Лекционные занятия	16
Практические занятия	16
Самостоятельная работа	36
Часы на контроль	4
Общая трудоемкость освоения дисциплины	72, ач
	2, зет

## Формы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Количество по семестрам
	Очно-заочная форма
Промежуточная аттестация	
Зачеты с оценкой, шт.	1

## Содержание разделов и результаты изучения дисциплины

Раздел дисциплины	Содержание
<b>1. Физическая классификация реакторов. Классификация реакторов по спектру нейтронов, виду замедлителя, теплоносителя, по назначению.</b>	Физическая классификация реакторов. Классификация реакторов по спектру нейтронов, виду замедлителя, теплоносителя, по назначению.
<b>2. Коэффициент размножения нейтронов. Формула трех сомножителей для коэффициента размножения нейтронов в бесконечной гомогенной среде. Формула четырех сомножителей. Эффективный коэффициент размножения. Критические размеры, масса и т.п. Жизненный цикл нейтрона. Сменяющиеся поколения нейтронов. Коэффициент размножения нейтронов. Коэффициент размножения нейтронов в бесконечной среде. Формула трех сомножителей. Блок-эффект. Формула четырех сомножителей. Реактивность реактора.</b>	Коэффициент размножения нейтронов. Формула трех сомножителей для коэффициента размножения нейтронов в бесконечной гомогенной среде. Формула четырех сомножителей. Эффективный коэффициент размножения. Критические размеры, масса и т.п. Жизненный цикл нейтрона. Сменяющиеся поколения нейтронов. Коэффициент размножения нейтронов. Коэффициент размножения нейтронов в бесконечной среде. Формула трех сомножителей. Блок-эффект. Формула четырех сомножителей. Реактивность реактора.

<p><b>3. Теория критических размеров. Голый гомогенный реактор, условие критичности. Одногрупповое приближение для физически большого реактора. Реактор с отражателем в одногрупповом приближении. Реактор с отражателем в двухгрупповом приближении. Выравнивание поля энерговыделения. Профилирование топливом и поглотителем</b></p>	<p>Теория критических размеров. Голый гомогенный реактор, условие критичности. Одногрупповое приближение для физически большого реактора. Реактор с отражателем в одногрупповом приближении. Реактор с отражателем в двухгрупповом приближении. Выравнивание поля энерговыделения. Профилирование топливом и поглотителем</p>
---	---

<p><b>4. Теория решетки. Вычисление коэффициента использования тепловых нейтронов в гомогенной среде. Усреднение сечений по спектру Максвелла. Вычисление коэффициента использования тепловых нейтронов в гетерогенной среде. Блок-эффект. Коэффициент проигрыша. Вероятность избежать резонансного поглощения при замедлении в гомогенной среде. Приближения узкого резонанса и бесконечной массы при решении уравнения замедления. Вероятность избежать резонансного поглощения при замедлении в гетерогенной среде. Система уравнений Черника. Рациональное приближение Вигнера. Теорема эквивалентности гетерогенной и гомогенной сред. Коэффициент размножения на быстрых нейтронах. Количество быстрых нейтронов на один акт поглощения теплового нейтрона в топливе. Вычисление длин диффузии и возраста нейтронов в решетке.</b></p>	<p>Теория решетки.  Вычисление коэффициента использования тепловых нейтронов в гомогенной среде. Усреднение сечений по спектру Максвелла.  Вычисление коэффициента использования тепловых нейтронов в гетерогенной среде. Блок-эффект. Коэффициент проигрыша.  Вероятность избежать резонансного поглощения при замедлении в гомогенной среде. Приближения узкого резонанса и бесконечной массы при решении уравнения замедления. Вероятность избежать резонансного поглощения при замедлении в гетерогенной среде.  Система уравнений Черника. Рациональное приближение Вигнера.  Теорема эквивалентности гетерогенной и гомогенной сред.  Коэффициент размножения на быстрых нейтронах. Количество быстрых нейтронов на один акт поглощения теплового нейтрона в топливе. Вычисление длин диффузии и возраста нейтронов в решетке.</p>
<p><b>5. Температурные эффекты и коэффициенты реактивности. Специальные коэффициенты реактивности (паровой, мощностной и т.п.)</b></p>	<p>Температурные эффекты и коэффициенты реактивности.  Специальные коэффициенты реактивности (паровой, мощностной и т.п.)</p>

<p><b>6. Изменение нуклидного состава топлива, шлакование, отравление реактора, воспроизводство топлива. Уравнение выгорания топлива. Шлакование реактора. Выгорающие поглотители. Отравление реактора ксеноном и самарием. Воспроизводство топлива.</b></p>	<p>Изменение нуклидного состава топлива, шлакование, отравление реактора, воспроизводство топлива. Уравнение выгорания топлива. Шлакование реактора. Выгорающие поглотители. Отравление реактора ксеноном и самарием. Воспроизводство топлива.</p>
<p><b>7. Регулирование и расчет эффективности органов регулирования ядерного реактора. Вычисление эффективности центрального стержня в цилиндрическом реакторе. Интегральная и дифференциальная эффективность регулирующих стержней.</b></p>	<p>Регулирование и расчет эффективности органов регулирования ядерного реактора. Вычисление эффективности центрального стержня в цилиндрическом реакторе. Интегральная и дифференциальная эффективность регулирующих стержней.</p>
<p><b>8. Нейтронно-физические особенности водоводяных энергетических реакторов (с водой под давлением и кипящих). Нейтронно-физические особенности канальных энергетических реакторов Нейтронно-физические особенности быстрых реакторов. Схема нейтронно-физического расчета энергетических реакторов.</b></p>	<p>Нейтронно-физические особенности водоводяных энергетических реакторов (с водой под давлением и кипящих). Нейтронно-физические особенности канальных энергетических реакторов Нейтронно-физические особенности быстрых реакторов. Схема нейтронно-физического расчета энергетических реакторов.</p>
<p><b>9. Расчетные коды для нейтронно-физического расчета на ЭВМ ВВЭР, РБМК, быстрых реакторов и реакторов транспортного назначения.</b></p>	<p>Расчетные коды для нейтронно-физического расчета на ЭВМ ВВЭР, РБМК, быстрых реакторов и реакторов транспортного назначения.</p>

<p><b>10. Классификация экспериментов по их целям. Формирование представления о классификации экспериментов и взаимосвязи расчетных и экспериментальных исследований</b></p>	<p>Классификация экспериментов по их целям. Формирование представления о классификации экспериментов и взаимосвязи расчетных и экспериментальных исследований</p>
<p><b>11. Взаимосвязь расчетных и экспериментальных исследований. Расчетные коды и их верификация для нейтронно-физического расчета реакторов различных типов.</b></p>	<p>Взаимосвязь расчетных и экспериментальных исследований. Расчетные коды и их верификация для нейтронно-физического расчета реакторов различных типов.</p>
<p><b>12. Нейтронно-физические характеристики, определяемые в экспериментах на сборках и реакторах. Общее знакомство с методами и средствами измерений.</b></p>	<p>Нейтронно-физические характеристики, определяемые в экспериментах на сборках и реакторах. Общее знакомство с методами и средствами измерений.</p>