

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯЭ О.Н. Шишова

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Динамика и безопасность ЯЭУ»

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	инженер-физик
Образовательный стандарт	СУОС СПбПУ
Форма обучения	Очная

Руководитель ОП

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

Аннотацию разработал:
Доцент, к.т.н. Н.Н. Кудряков

Цели освоения дисциплины

1. Целью освоения дисциплины "Динамика и безопасность ЯЭУ" является формирование у студентов компетенций, касающихся обоснования и обеспечения безопасности ядерных энергетических установок в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы" - Специализация "Ядерные реакторы".
2. Задачами подготовки по программе дисциплины "Динамика и безопасность ЯЭУ" является формирование у студентов способности решать следующие профессиональные (производственные) задачи:
3. - разработка методов повышения безопасности и ядерных материалов, технологий и объектов;
4. - разработка и совершенствование методов физического и математического моделирования реакторных установок и обоснование надежности современных, перспективных и специальных ядерных установок;
5. - разработка критериев безопасной работы и оценка рисков при эксплуатации ядерных установок и объектов;
6. - разработка и применение информационных технологий для обеспечения безопасности реакторных установок;
7. - разработка ядерных установок и технологий обладающей высокой эффективностью, безопасностью и защищенностью;
8. оценка ядерной и радиационной безопасности при проектировании ЯЭУ, а также средств и методов обеспечения безопасности ЯЭУ.

Результаты обучения выпускника

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
ПК-10	Способен к оценке ядерной и радиационной безопасности при проектировании ЯЭУ, а также средств и методов обеспечения безопасности ЯЭУ
ИД-1 ПК-10	Оценивает ядерную и радиационную безопасность при проектировании ЯЭУ, а также средства и методы обеспечения безопасности ЯЭУ в области общей безопасности
ИД-2 ПК-10	Оценивает радиационную безопасность при проектировании ЯЭУ, а также средства и методы обеспечения безопасности ЯЭУ
ПК-9	Способен выбирать критерии безопасной работы ядерной установки и оценивать риски при эксплуатации
ИД-1 ПК-9	Выбирает критерии безопасной работы ядерной установки и оценивает риски при эксплуатации

ИД-2 ПК-9	Выбирает критерии безопасной работы ядерной установки при эксплуатации
--------------	--

Планируемые результаты изучения дисциплины

знания:

- Знает критерии безопасной работы ядерной установки и риски при эксплуатации
- Знает критерии безопасной работы ядерной установки при эксплуатации
- Знает методы оценки ядерной и радиационной безопасности при проектировании ЯЭУ, а также средства и методы обеспечения безопасности ЯЭУ в области общей безопасности
- Знает методы оценки радиационной безопасности при проектировании ЯЭУ, а также средства и методы обеспечения безопасности ЯЭУ

умения:

- Умеет выбирать критерии безопасной работы ядерной установки и оценивать риски при эксплуатации
- Умеет выбирать критерии безопасной работы ядерной установки при эксплуатации
- Умеет оценивать ядерную и радиационную безопасность при проектировании ЯЭУ и применять средства и методы обеспечения безопасности ЯЭУ в области общей безопасности
- Умеет оценивать радиационную безопасность при проектировании ЯЭУ и применять средства и методы обеспечения безопасности ЯЭУ

навыки:

- Владеет навыками интерпретации результатов при выборе критериев безопасной работы ядерной установки и оценки рисков при эксплуатации
- Владеет навыками интерпретации результатов при выборе критериев безопасной работы ядерной установки при эксплуатации
- Владеет навыками оценки результатов применения средств и методов обеспечения безопасности ЯЭУ в области общей безопасности
- Владеет навыками оценки результатов применения средств и методов обеспечения безопасности ЯЭУ в области радиационной безопасности

Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость по семестрам
	Очная форма
Лекционные занятия	32
Практические занятия	16
Самостоятельная работа	60
Часы на контроль	36
Общая трудоемкость освоения дисциплины	144, ач
	4, 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 радиационной гигиены и радиационной безопасности.	Ионизирующие излучения, их виды, источники ионизирующих излучений. Биологическое действие ионизирующих излучений. Принципы обеспечения радиационной безопасности.
2. Концепция глубоко эшелонированной защиты - ГЭЗ.	Защитные барьеры ГЭЗ. Роль топливной матрицы, оболочки ТВЭЛ и контура теплоносителя в обеспечении безопасности. Уровни защиты ГЭЗ. Значение первого уровня ГЭЗ в обеспечении безопасности. Концепция внутренне присущей защищенности. Динамическая устойчивость ЯР как основа внутренне присущей защищенности.
3. Надежное управление СЦР как первая фундаментальная функция безопасности. Основы кинетики и динамики ядерных реакторов.	Основные понятия и положения нейтронной кинетики. Кинетика на мгновенных и запаздывающих нейтронах. Понятие реактивности. Описание реактивности в задачах динамики и управления. Управление реактивностью. Коэффициенты и эффекты реактивности. Динамика температуры ядерного топлива. Динамика температуры теплоносителя. Специфика кинетики и динамики кипящего реактора.
4. Надежное охлаждение ядерного топлива как вторая фундаментальная функция безопасности. Основы теплофизики ядерных реакторов.	Температура на нагружающий и повреждающий фактор для топливной композиции и оболочек ТВЭЛ. Уравнение теплопроводности для стержневого ТВЭЛ и решение. Динамический баланс тепла в топливе. Граничные условия, конвективный теплообмен. Остаточное энерговыделение как специфика.

<p>5. Авария на Чернобыльской АЭС как пример реактивной аварии.</p>	<p>Обзор и анализ документов и литературы по теме аварии на ЧАЭС. Доклад ГПАН СССР "О причинах и обстоятельствах аварии на 4 блоке Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 г.» Общие сведения о реакторе РБМК-1000 и об энергоблоке ЧАЭС-IV. Физическая сущность быстрого парового эффекта реактивности в канальных реакторах, зависимость его величины и знака от шага решетки. Обусловленность регламентного требования о минимально необходимом запасе реактивности на стержнях СУЗ. Конструктивная обусловленность "концевого эффекта" на вытеснителях СУЗ. Последовательность событий, приведших к тепловому взрыву и разрушению активной зоны: извлечение ОР СУЗ в количестве, превышающем регламентное - уменьшение массы поглотителя в активной зоне - приобретение паровым коэффициентом реактивности значительного положительного значения - массовый сход ОР СУЗ с верхних концевиков и проявление "концевого эффекта" в нижней части активной зоны - всплеск положительной реактивности и мощности в нижней части - заполнение технологических каналов паром снизу доверху - всплеск положительной реактивности и мощности во всем объеме реактора. Решения по послеаварийной модернизации активных зон РБМК (МКЭР) - частичная замена топлива в каналах на дополнительные поглотители, повышение обогащения топлива, уменьшение эффективного шага решетки в новых проектах.</p>
<p>6. Аварии на АЭС ТМІ-2 и Фукусима как примеры аварий с потерей теплоносителя и ухудшением теплообмена.</p>	<p>Общие сведения об энергоблоке АЭС ТМІ-2. Последовательность событий, приведших к тяжелому повреждению активной зоны: потеря питательной воды - опорожнение ПГ вследствие выкипания - обнажение теплопередающей поверхности и ухудшение теплообмена на внешней поверхности ТОТ ПГ - перегрев и рост давления в реакторе за счет остаточных тепловыделений - открытие предохранительного клапана - незакрытие клапана и начало потери теплоносителя - ошибки персонала по оценке состояния реактора. Общие сведения об энергоблоке АЭС Фукусима-1. Последовательность событий, приведших к тяжелому повреждению активной зоны и разрушениям: прекращение подпитки реактора водой вследствие потери электроснабжения собственных нужд, возникновение пароциркуляционной реакции на оболочках ТВЭЛ с образованием и последующим взрывом свободного водорода.</p>

<p>7. Современные подходы к обоснованию безопасности ЯЭУ.</p>	<p>Натурный, и стендовый эксперимент как средство выработки и обоснования проектных решений. Математическое моделирование, "вычислительный эксперимент". Примеры отечественной и зарубежной экспериментальной базы. Эволюция расчетно-моделирующих комплексов.</p>
<p>8. Современные проекты ядерных реакторов и атомных станций.</p>	
<p>8.1. Проект АЭС с ВВЭР-640</p>	<p>Предпосылки к созданию проекта АЭС с ВВЭР средней мощности повышенной безопасности. Проблема отвода остаточных тепловыделений. Система пассивного отвода тепла от парогенераторов - СПОТ ПГ. Система пассивного отвода тепла от гермооболочки - СПОТ ГО. Проблема локализации расплава ядерного топлива.</p>
<p>8.2. Проект АЭС-2006</p>	<p>Реакторная установка ВВЭР-1200 как развитие ВВЭР-1000. Сходство и отличие АЭС-2006 и ВВЭР-640. Сходство и различие систем безопасности АЭС-2006 в Ленинградском и Нововоронежском вариантах.</p>