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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЯЭ О.Н. Шишова

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Ядерные энергетические реакторы»

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	**Очно-заочная**

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

1. Сформировать знания общих принципов конструирования и конструктивных особенностей ядерных энергетических реакторов и теплофизических процессов, происходящих в активной зоне реактора, а также вспомогательных систем, обеспечивающих надежную и безопасную работу реакторов.
2. Сформировать умение выполнять теплогидравлические расчеты реакторов различных типов, оценочные расчеты при эксплуатации ядерных реакторов и их систем.

Результаты обучения выпускника

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
ОПК-2	**Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач в сфере ядерной энергетики**
ИД-1 ОПК-2	Формулирует цели и задачи исследования, выбирает критерии оценки, выявляет приоритеты решения задач
ОПК-4	**Способен оформлять результаты работы и научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ**
ИД-1 ОПК-4	Оформляет результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ в области ядерной энергетики и технологий
ПК-4	**Способен выполнять теплогидравлические, нейтронно-физические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств**
ИД-1 ПК-4	Выполняет теплогидравлические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств в области конструирования ядерных реакторов
ПК-8	**Способен проводить эскизное и предэскизное проектирование и конструирование элементов и систем ЯЭУ с учетом принципов и средств обеспечения ядерной и радиационной безопасности**
ИД-1 ПК-8	Проводит эскизное и предэскизное проектирование и конструирование элементов и систем ЯЭУ с учетом принципов и средств обеспечения ядерной и радиационной безопасности в области конструирования ядерных реакторов

Планируемые результаты изучения дисциплины

знания:

- Знает современные проблемы ядерной энергетики для решения профессиональных задач
- Знает методики теплогидравлических и прочностных расчетов узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств в области конструирования ядерных реакторов
- Знает методы конструирования элементов ЯЭУ с учетом принципов и средств обеспечения ядерной и радиационной безопасности в области конструирования ядерных реакторов

умения:

- Умеет использовать накопленные знания для формулирования целей и задач исследования, критически оценивать, выявлять приоритеты решения задач
- Умеет оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в области ядерной энергетики и технологий
- Умеет использовать методики теплогидравлических и прочностных расчетов узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств в области конструирования ядерных реакторов
- Умеет выполнять конструирование элементов ЯЭУ с учетом принципов и средств обеспечения ядерной и радиационной безопасности в области конструирования ядерных реакторов

навыки:

- Владеет навыками использования систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ для представления результатов научно-исследовательских работ
- Владеет навыками интерпретации результатов теплогидравлических и прочностных расчетов узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств в области конструирования ядерных реакторов
- Владеет навыками изображения конструкций элементов ЯЭУ в области конструирования ядерных реакторов

Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость по семестрам
	Очно-заочная форма
Лекционные занятия	16
Практические занятия	16
Самостоятельная работа	175
Часы на контроль	45
Общая трудоемкость освоения дисциплины	252, ач
	7, зет

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Количество по семестрам
	Очно-заочная форма
Текущий контроль	
Курсовые проекты, шт.	1
Промежуточная аттестация	
Экзамены, шт.	1

Содержание разделов и результаты изучения дисциплины

Раздел дисциплины	Содержание
1. Введение в курс	Основные предпосылки и перспективы развития ядерных энергетических установок. Запасы ядерного топлива. Фрагменты истории создания стационарных, транспортных и космических ядерных реакторов. Конкурентоспособность ядерных энергетических установок. Цивилизация и ядерная безопасность.
2. Классификация ядерных реакторов	Классификация ядерных реакторов. Энергия нейтронов. Виды замедлителя. Влияние свойств замедлителя на компоновку активной зоны. Теплоносители. Влияние свойств теплоносителя на затраты мощности на прокачку. Влияние свойств теплоносителя на конструкцию активной зоны. Знания на уровне доказательств и выводов. Ядерное топливо для реакторов. Умения в решении типовых задач.
3. Компоновочные схемы ядерных реакторов	Основные компоновочные принципы размещения оборудования реакторных, их сравнительный анализ. Принципы размещения активной зоны. Конструктивные особенности ядерных реакторов. Тепловыделяющие элементы.
4. Водо-водяные энергетические реакторы с водой под давлением (ВВЭРД)	Конструкция ВВЭРД. Технология изготовления основных элементов. Организации движения теплоносителя. Конструктивные особенности твэлов. Основные принципы конструирования тепловыделяющих сборок. Подвесная шахта. Блок защитных труб. Корпус и крышка реактора. Контроль состояния корпуса реактора и коммуникаций первого контура в процессе эксплуатации. Особенности конструкции кассет СУЗ. Особенности размещения топлива в активной зоне и перегрузка топлива. Знания на уровне на уровне доказательств и выводов. Оценка гидравлических характеристик циркуляционного контура. Расчет парового и газового компенсаторов объема. Умения в решении типовых задач.
5. Водо-водяные кипящие энергетические реакторы (ВВЭРК)	Основные достоинства и недостатки реакторов. Особенности конструктивного исполнения в сопоставлении с ВВРД. Сепарационные устройства. Знания на уровне доказательств и выводов. Организация движения теплоносителя. Естественная циркуляция теплоносителя в ВВРК. Умения в решении типовых задач.

6. Канальные водо-графитовые реакторы	Нейтронно-физические характеристики графита с водой. Достоинства и недостатки водографитовых реакторов. Основные характеристики реакторов типа РБМК. Активная зона реактора. Устройство технологических каналов. Каналы СУЗ. Графитовая кладка реактора. Распределения температур в каналах и графитовых кольцах. Ремонт графитовой кладки. Материалы, используемые в реакторах типа РБМК. Принципиальная схема включения реактора типа РБМК на АЭС. Контур многократной принудительной циркуляции. Особенности конструкции реактора РБМК-1000. Особенности перегрузки топлива на РММК. Процессы, происходящие в топливной ячейке и графитовой кладке в течение эксплуатации. Эксплуатационный мониторинг циркуляционного контура. Умения в решении типовых задач.
7. Реакторы на быстрых нейтронах	Нейтронно-физические процессы в реакторах. Коэффициент воспроизводства. Ядерное топливо. Теплоноситель для реакторов. Основные достоинства и недостатки реакторов. Принципиальная схема реактора БН-600, БРЕСТ ОД - 300 Особенности активной зоны. Зона воспроизводства. Управление и защита. Перегрузка ядерного топлива. Сопоставление характеристик реакторов на быстрых нейтронах. Знание на уровне доказательств и выводов. Умения в решении типовых задач.
8. Газоохлаждаемые реакторы	Газ, как теплоноситель. Специфические особенности конструкции газоохлаждаемых реакторов. Низкотемпературные и высокотемпературные реакторы. Принципиальная схема высокотемпературного реактора с стержневыми твэлами. Принципиальная схема реактора с шаровыми твэлами. Сопоставление характеристик газоохлаждаемых реакторов. Умения в решении типовых задач.
9. Тяжеловодные реакторы	Нейтронно-физические свойства тяжелой воды. Сравнение свойств тяжелой и обычной воды. Реакторы типа CANDU, устройство, особенности эксплуатации. Преимущества и недостатки реакторов CANDU. Умения в решении типовых задач.

10. Энерговыделение в активной зоне	Энергонапряженность различных активных зон. Основные источники энерговыделения в активной зоне. Неравномерность размещения топлива в активной зоне. Неравномерность размещения выгорающего поглотителя в активной зоне. Изменение полей энерговыделения в течение кампании. Перемещение стержней активной зоны в процессе эксплуатации. Перестановка ТВС при перегрузке топлива. Знание на уровне доказательств и выводов. Тепловыделение в реакторных материалах и биологической защите. Полная мощность реактора. Распределение удельного тепловыделения в активной зоне. Коэффициент неравномерности энерговыделения. Выравнивание энерговыделения в активной зоне. Умения в решении типовых задач.
11. Остаточное тепловыделение в ядерном реакторе	Источники остаточного тепловыделения. Изменение величины остаточного тепловыделения во времени. Зависимость величины остаточного выделения от кампании реактора. Навыки решения типовых задач.
12. Тепловой расчет реакторов с однофазным теплоносителем	Определение геометрических характеристик кассеты и активной зоны. Ограничение максимального теплового потока. Определение основных теплотехнических характеристик активной зоны. Распределение температур по длине твэл в гомогенной активной зоне. Распределение температур по длине ТВС в гетерогенной активной зоне. Оценка распределения температуры теплоносителя оболочки и топлива по высоте активной зоны при симметричном косинусоидальном поле энерговыделения. Распределение температур по радиусу твэл. Оценка распределения температур по сечению твэл. Гидравлическая характеристика активной зоны. Основные принципы гидравлического профилирования активных зон. Умения в решении типовых задач.
13. Особенности расчета кипящих реакторов	Определение координат начала поверхностного и объемного кипения. Массовое паросодержание вдоль испарительного канала. Теплогидравлические процессы в каналах с двухфазным теплоносителем. Изменение гидравлического сопротивления вдоль обогреваемого канала. Гидравлическая разверка по обогреваемым каналам и гидродинамическая неустойчивость. Влияние тепловой неравномерности в активной зоне на гидравлические характеристики каналов. Взаимное влияние теплогидравлических и нейтронно-физических характеристик активной зоны. Умения в решении типовых задач.

14. Основные принципы построения систем безопасности реакторных установок	Барьеры безопасности. Критерии безопасности. Основные принципы, используемые при построении систем безопасности. Примеры систем безопасности.
15. Устройство системы аварийного охлаждения активной зоны (САОЗ) ВВЭР Устройство системы защитной оболочки	Назначение системы САОЗ. Устройство САОЗ. Система активного впрыска с насосами высокого давления. Система активного впрыска с насосами низкого давления. Система пассивного впрыска с гидроаккумуляторами. Назначение защитной оболочки. Спринклерная система, система дожигания водорода, система пассивного отвода тепла от защитной оболочки. Принцип действия указанных систем.
16. Концепции удержания расплава при тяжелых авариях Устройство системы аварийного охлаждения реактора (САОР) РБМК	Тяжелые аварии - протекание, возможные последствия. Расплав активной зоны (кориум), его свойства. Технические решения по удержанию расплава в корпусе реактора. Внекорпусное устройство локализации расплава, отечественные и зарубежные концепции. Назначение и устройство системы САОР. Принцип действия системы при авариях с большой и малой течью теплоносителя.