

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

---

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯЭ О.Н. Шишова

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«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>Очная</b>

Руководитель ОП А.В. Ельшин

Соответствует СУОС СПбПУ

Утверждена протоколом заседания  
кафедры "ПиЭАЭС"

от «08» мая 2018 г. № 12

Аннотацию разработали:

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

Доцент, к.т.н. Н.Н. Кудряков

## Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины - сформировать у студентов профессиональные знания об основном, вспомогательном оборудовании и системах современных атомных электростанций (АЭС), их устройстве и принципах действия, производить их расчет и обоснование выбора. Привить навыки и умение составлять и рассчитывать оптимальные тепловые схемы электростанций, производить подбор оборудования и размещать его в зданиях и сооружениях на территории электростанций. Обеспечить необходимый уровень знаний по надежной и безопасной эксплуатации оборудования и систем АЭС, обращению с радиоактивными отходами, ознакомить студентов с основами организации проектирования, эксплуатации и ремонта оборудования АЭС.

## Результаты обучения выпускника

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
ПК-1	Способен составлять тепловые схемы и математические модели процессов и аппаратов преобразования ядерной энергии топлива в тепловую и электрическую энергию
ИД-1 ПК-1	Составляет тепловые схемы и математические модели процессов и аппаратов преобразования ядерной энергии топлива в тепловую и электрическую энергию
ПК-10	Способен формулировать исходные данные, выбирать и обосновывать научно-технические и организационные решения в области проектирования элементов и систем ЯЭУ
ИД-1 ПК-10	Формулирует исходные данные, выбирает и обосновывает научно-технические и организационные решения в области проектирования элементов и систем ЯЭУ
ПК-6	Способен к проведению предварительного технико-экономического анализа разработок текущих и перспективных АС и ЯЭУ
ИД-2 ПК-6	Проводит предварительный технико-экономический анализ разработок текущих и перспективных АС и ЯЭУ в области перспективных ядерных реакторов
ПК-7	Способен осуществлять подготовку исходных данных для расчета тепловых схем различных типов АС и ЯЭУ
ИД-1 ПК-7	Осуществляет подготовку исходных данных для расчета тепловых схем различных типов АС и ЯЭУ в области всей атомной станции

## **Планируемые результаты изучения дисциплины**

### **знания:**

- Знает основные тепловые схемы установок преобразования ядерной энергии топлива в тепловую и электрическую энергию
- Знает конструкции перспективных АС и ЯЭУ в области перспективных ядерных реакторов
- Знает необходимый объем исходных данных для расчета тепловых схем различных типов АС и ЯЭУ в области всей атомной станции

### **умения:**

- Умеет выполнять расчет основных характеристик тепловых схем установок преобразования ядерной энергии топлива в тепловую и электрическую энергию
- Умеет выполнять оценочные расчеты перспективных АС и ЯЭУ в области перспективных ядерных реакторов
- Умеет подготавливать исходные данные для расчета тепловых схем различных типов АС и ЯЭУ в области всей атомной станции
- Умеет формулировать исходные данные, выбирать и обосновывать научно-технические и организационные решения в области проектирования элементов и систем ЯЭУ

### **навыки:**

- Владеет навыками интерпретации результатов расчетов тепловых схем установок преобразования ядерной энергии топлива в тепловую и электрическую энергию
- Владеет навыками анализа исходных данных для расчета тепловых схем различных типов АС и ЯЭУ в области всей атомной станции
- Владеет навыками анализа исходных данных, научно-технических и организационных решений в области проектирования элементов и систем ЯЭУ

## Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость по семестрам
	Очная форма
Лекционные занятия	48
Практические занятия	64
Самостоятельная работа	50
Часы на контроль	54
Общая трудоемкость освоения дисциплины	216, ач
	6, зет

## Формы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Количество по семестрам
	Очная форма
Текущий контроль	
Курсовые проекты, шт.	1
Промежуточная аттестация	
Экзамены, шт.	2

## Содержание разделов и результаты изучения дисциплины

Раздел дисциплины	Содержание
<b>1. Состояние и перспективы развития атомной энергетики.</b>	Состояние и стратегия развития атомной энергетики России в первой половине XXI века. Основные положения. Роль ядерных энергоустановок в развитии энергетики и обеспечении роста энергопотребления – определяющего фактора технического прогресса страны.
<b>2. Типы АЭС и их основное и вспомогательное оборудование.</b>	Типы АЭС и их основное оборудование. Структурные схемы АЭС. Энергетическое оборудование, применяемое при составлении тепловых схем АЭС.
<b>3. Выбор параметров, тепловая экономичность АЭС.</b>	Теплоносители и рабочие тела, применяемые на современных АЭС и их параметры и характеристики. Энергетические потери в циклах энергоустановок электростанций. Техничко-экономические показатели работы энергооборудования: абсолютные и относительные расходы пара, тепла, топлива и их определение для различных типов АЭС
<b>4. Регенеративный подогрев конденсата и питательной воды на АЭС. Регенеративные подогреватели.</b>	Термодинамические основы регенерации. Термический к.п.д. регенеративного цикла. Энергетический коэффициент регенерации. Оптимальная температура питательной воды, оптимальное количество регенераторов. Недовыработка электроэнергии при использовании регенерации. Типы и устройство подогревателей низкого и высокого давления, схемы включения подогревателей.
<b>5. АЭС с водяным теплоносителем</b>	АЭС с турбоустановками на насыщенном и перегретом паре и эффективность их работы. Влияние начальных параметров и давления в конденсаторе на КПД станции. АЭС с реакторами, охлаждаемыми водой под давлением. АЭС с реакторами, охлаждаемыми кипящей водой. Применение водородных технологий на АЭС с водяным теплоносителем.
<b>6. Системы технического водоснабжения</b>	Потребности АЭС в технической воде. Источники водоснабжения и их характеристики. Виды, оборудование и характеристики систем технического водоснабжения. Открытые и оборотные системы, Основы теплового расчета градирен.

<b>7. Паропроизводительные установки АЭС.</b>	Паропроизводительные установки (ППУ) блоков АЭС с реакторами типа РБМК и ВВЭР, их особенности и характеристики. ППУ АЭС с жидкометаллическими и газовыми теплоносителями. Устройство и принцип действия, основы теплового расчета. Сепарация и промывка генерируемого пара.
<b>8. Турбинные установки.</b>	Характеристики и особенности работы турбоустановок АЭС. Влажнопаровые турбины, особенности конструкции, построение рабочего процесса в турбине. Влияние влажности пара на экономичность и надежность работы влажнопаровых турбин.
<b>9. Внутренняя и промежуточная сепарация влаги, промежуточный перегрев пара.</b>	Пассивные и активные методы сепарации влаги в турбинных решетках. Внешняя сепарация, совмещение процессов сепарации с промежуточным перегревом пара. Устройство и принцип действия сепаратора-пароперегревателя (СПП). Использование СПП в тепловых схемах АЭС.
<b>10. Испарительные установки и схемы их включения в тепловую схему АЭС.</b>	Назначение и устройство испарительных установок. Применение «чистого» пара в одноконтурных АЭС. Использование испарительных установок при термическом способе подготовки добавочной воды. Применение испарителей для подготовки и восполнения потерь сетевой воды. Параллельное и последовательное включение испарителей. Тепловой расчет испарителя.
<b>11. Реакторные установки АЭС.</b>	Классификация и характеристики реакторных установок (РУ) АЭС. Виды и способы размещения ядерного топлива в активных зонах РУ. Обогащение и глубина выгорания топлива. Потери энергии и КПД РУ.
<b>12. Технологическое оборудование реакторного контура и его системы.</b>	Циркуляционный контур реакторной установки и его оборудование. Контур с принудительной и естественной циркуляцией теплоносителя через активную зону. Главные циркуляционные насосы, устройство, характеристики. Вспомогательные системы реакторного контура.
<b>13. Вопросы надежности и безопасности АЭС. Прекращение эксплуатации АЭС.</b>	Надежность работы оборудования электростанций, характеристики надежности – вероятность отказа, наработка на отказ, вероятность безотказной работы. Системы безопасности АЭС, принципы обеспечения безопасной эксплуатации энергооборудования. Расчетный и оптимальный сроки безопасной эксплуатации АЭС. Этапы прекращения эксплуатации (по материалам МАГАТЭ).

<b>14. Трубопроводы и арматура АЭС.</b>	<p>Назначение и классификация трубопроводов. Категории трубопроводов и сортамент труб. Напряжения, действующие на трубопроводы. Самокомпенсация температурных удлинений труб. Опоры и подвески трубопроводов, принцип расчета трубопроводов на прочность.</p> <p>Арматура. Классификация, характеристики, устройство и использование арматуры в тепловых и технологических схемах АЭС.</p>
<b>15. Потери пара и конденсата на АЭС и их восполнение</b>	<p>Требования к качеству реакторной и контурной воде. Характеристики питательной и добавочной воды. Водный режим контуров АЭС. Системы и характеристики оборудования химводоочистки (ХВО). Термическая водоподготовка. Химическое и термическое обессоливание добавочной воды.</p>
<b>16. Биологическая защита технологического оборудования АЭС.</b>	<p>Активация теплоносителя, продуктов коррозии и радиоактивные отложения на АЭС. Активность оборудования и систем одно-, двух- и трехконтурных АЭС. Мощность дозы излучения конструкционных материалов и трубопроводов. Методы дезактивации оборудования АЭС.</p>
<b>17. Радиоактивные отходы на АЭС и радиационная безопасность.</b>	<p>Радиоактивные отходы (РО) АЭС: источники, классификация, характеристики. Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций. Твердые, жидкие и газообразные РО: образование, переработка, хранение и захоронение. Оценка риска обращения с радиоактивными отходами.</p>
<b>18. Системы вентиляции и газоочистки на АЭС.</b>	<p>Назначение и принципы организации вентиляционных систем АЭС. Оборудование приточных, вытяжных и циркуляционных установок и его характеристики. Зонные схемы систем вентиляции. Газоочистка: назначение, схемы, оборудование и характеристики систем. Вентиляционные трубы, назначение и характеристики.</p>
<b>19. Компоновка оборудования, генеральные планы АЭС.</b>	<p>Назначение и принципы организации вентиляционных систем АЭС. Оборудование приточных, вытяжных и циркуляционных установок и его характеристики. Зонные схемы систем вентиляции. Газоочистка: назначение, схемы, оборудование и характеристики систем. Вентиляционные трубы, назначение и характеристики.</p>
<b>20. Работа АЭС в энергосистеме</b>	<p>Номинальный и частичный (долевой) режимы работы энергоблоков. Графики электрических и тепловых нагрузок электростанций. Пуск и останов блоков АЭС. Условия параллельности работы блоков с энергосистемой.</p>

<p><b>21. Организация эксплуатации и ремонта оборудования АЭС.</b></p>	<p>Основы управления технологическим процессом на электростанции. Производственная структура предприятия. Связь подразделений и оперативное управление АЭС. Организация ремонтно-профилактических мероприятий. Виды и назначение ремонтного обслуживания оборудования. Длительность кампании и замена отработавшего топлива. Роль персонала в обеспечении надежной и безопасной эксплуатации АЭС.</p>
--	---