МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЯТШ
_____ Долматов О.Ю.
«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

Оборудование атомных электростанций

Направление подготовки/ специальность	**14.04.02 Ядерные физика и технологии**		
Образовательная программа (направленность (профиль))	**Ядерные реакторы и энергетические установки**		
Специализация	**Ядерные реакторы и энергетические установки**		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	**3**
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	**6**		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		**16**
	Практические занятия		**32**
	Лабораторные занятия		**16**
	ВСЕГО		**64**
Самостоятельная работа, ч			**152**
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			**Курсовая работа**
ИТОГО, ч			**216**

Вид промежуточной аттестации	**Экзамен Диф.зачёт**	Обеспечивающее подразделение	**ОЯТЦ**

Заведующий кафедрой-руководитель отделения	А.Г. Горюнов
Руководитель ООП	М.С. Кузнецов
Преподаватель	Г.Н. Колпаков А.О. Семенов

2020г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	И.ОПК-1.1	Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели исследования и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач	ОПК-1.1В2	Владеет опытом проведения работ, связанных с применением современных методик анализа состояния реакторной установки
				ОПК-1.1У2	Умеет анализировать состояния реакторной установки и определять их основные эксплуатационные параметры, оценивать безопасность текущего режима работы энергоблока АЭС
				ОПК-1.132	Знает принципы обеспечения безопасной эксплуатации и теплотехнической надежности реакторных установок АЭС
ПК(У)-4	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения	И.ПК(У)-4.2.	Способен оценивать риски и отклонения от режимов нормальной эксплуатации ЯЭУ	ПК(У)-4.2В3	Владеет навыками расчёта критических характеристик узлов оборудования ядерных реакторов, обоснования параметров конструкций
				ПК(У)-4.2У3	Умеет выявлять ключевые особенности конструкции ядерных реакторов различного типа
				ПК(У)-4.233	Знает конструкцию и особенности существующих и перспективных ядерных энергетических установок
ПК(У)-8	Способность провести расчет, концептуальную и проектную проработку современных физических установок и приборов	И.ПК-8.1.	Рассчитывает термодинамические параметры энергооборудования реакторных установок	ПК-8.1В2	Владеет навыками современного теплофизического расчета твэл и совершенствования их конструкций
				ПК-8.1У2	Умеет выполнять расчёт температурных режимов твэл, давления газовых продуктов деления под оболочкой твэл, активности теплоносителя, контроля герметичности твэл и термонапряжений
				ПК-8.132	Знает рабочие характеристики современных ядерных паропроизводящих установок, и перечень основного энергооборудования АЭС, тепловые процессы, протекающие в реакторе, парогенераторе и контуре охлаждения, методы

					теплофизических расчетов твэл, элементы затрат на прокачку теплоносителя, понятия теплотехнической надежности схем ядерных паропроизводящих установок

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	**Наименование**	
РД 1	Применять знания методов анализа состояния реакторной установки и определять основные эксплуатационные характеристики активной зоны реакторных установок различного типа	И.ОПК-1.1 И.ПК(У)-4.2. И.ПК-8.1.
РД 2	Выполнять теплофизический расчет твэл и ТВС, совершенствовать их конструкций	И.ПК(У)-4.2. И.ПК-8.1.
РД 3	Применять экспериментальные методы определения термодинамических характеристик реакторных установок	И.ПК(У)-4.2. И.ПК-8.1.
РД 4	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях термодинамических параметров реакторных установок	И.ОПК-1.1 И.ПК-8.1.

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Особенности компоновки активной зоны АЭС	РД1 РД2 РД3 РД4	Лекции	**8**
		Практические занятия	**16**
		Лабораторные занятия	**8**
		Самостоятельная работа	**76**
Раздел (модуль) 2. Влияние теплогидравлических процессов на конструктивные особенности реакторов	РД1 РД2 РД3 РД4	Лекции	**8**
		Практические занятия	**16**
		Лабораторные занятия	**8**
		Самостоятельная работа	**76**

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. ***Особенности компоновки активной зоны АЭС***

Особенности структуры активных зон ядерных реакторных установок различного типа. Энерговыделение в активной зоне. Типы и характеристики тепловыделяющих сборок.

Темы лекций:

1. Задачи, решаемые при компоновке активной зоны. Габаритные размеры и

структура активной зоны. Мощностные характеристики реактора.
2. Выравнивание энерговыделения в реакторе. Задачи выравнивания. Причины неравномерности и способы профилирования.
3. Характеристики топлива, твэлов и тепловыделяющих сборок.

Темы практических занятий:

1. Составляющие энергии деления. Характер распределения тепловыделения в активной зоне. Доля энергии, покидающая реактор.
2. Расчёты форморазмеров элементов активной зоны и её объёма в зависимости от располагаемой мощности.
3. Решение уравнения Лапласа для теплоотвода от пластинчатого твэл.

Названия лабораторных работ:

1. Активность теплоносителя первого контура реактора.
2. Расчёт активности и дозовых характеристик облученных ТВС.

Раздел 2. ***Влияние теплогидравлических процессов на конструктивные особенности реакторов***

Особенности гидравлики первого контура и ее влияние на конструкцию активной зоны. Особенности теплообмена в реакторных установках различного типа.Конструкции парогенераторов, обогреваемых водой под давлением. Сопротивления движению однофазного потока в поверхностях теплообмена. Схема проектной номограммы теплогидравлического расчёта ВВЭР. Теплогидравлическая надёжность ядерных реакторов.Усечённый нормальный закон и закон редких событий. Экспериментальное определение вероятностных величин. Корреляционный момент. Допустимый уровень теплотехнической надёжности и коээфициент запаса. Показатель R(t).

Темы лекций:

1. Гидравлика первого контура. Затраты на прокачку теплоносителя. Гидравлическое сопротивление активной зоны.
2. Теплообмен при движении однофазных сред. Тепловая разверка в поверхностях теплоносителя. Выбор схемы без экономайзера.
3. Теплогидравлика ТВС и активной зоны с некипящим теплоносителем. Определяющие параметры и функции активной зоны.
4. Вероятностные характеристики определяющей функции. Экспериментальное определение вероятностных величин.

Темы практических занятий:

1. Расчёт температуры поверхности цилиндрического твэл по высоте, а также T_вх и T_вых теплоносителя.
2. Расчёты теплоотвода с поверхности цилиндрического твэл при конвективном движении теплоносителя.
3. Практические задачи по эксплуатации реактора ВВЭР и оборудования первого контура.
4. Оценка вероятности нормального теплоотвода в активной зоне реактора. Системы безопасности

Названия лабораторных работ:

1. Расчёт ресурсной надёжности корпуса реактора ВВЭР.
2. Определение прочностных характеристик оболочек твэл.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Выполнение курсовой работы;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Лескин, С. Т. Физические особенности и конструкция реактора ВВЭР-1000 : учебное пособие / С. Т. Лескин, А. С. Шелегов, В. И. Слободчук. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 116 с. — ISBN 978-5-7262-1492-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/75760 (дата обращения: 08.04.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Шелегов, А. С. Физические особенности и конструкция реактора РБМК-1000 : учебное пособие / А. С. Шелегов, С. Т. Лескин, В. И. Слободчук. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 64 с. — ISBN 978-5-7262-1488-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/75767 (дата обращения: 08.04.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Солонин, В. И. Теплогидравлические процессы в активных зонах водоохлаждаемых реакторах : учебное пособие / В. И. Солонин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 138 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/52252 (дата обращения: 08.04.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Якубенко, И. А. Технологические процессы производства тепловой и электрической энергии на АЭС : учебное пособие / И. А. Якубенко, М. Э. Пинчук. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. — 288 с. — ISBN 978-5-7262-1766-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/75782 (дата обращения: 08.04.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Машиностроение ядерной техники. Том IV-25 : в 2 книгах / Е. О. Адамов, Ю. Г. Драгунов, В. В. Орлов, Л. П. Абагян. — Москва : Машиностроение, [б. г.]. — Книга 1 — 2005. — 960 с. — ISBN 5-217-02644-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/794 (дата обращения: 08.04.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. *Электронно-библиотечная система «Лань» - https://e.lanbook.com/*
2. *Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - https://elibrary.ru/defaultx.asp*

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ)**:

1. Mathcad 15
2. Wolfram Mathematica 12

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 248	Комплект учебной мебели на 30 посадочных мест; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Компьютер - 2 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 321	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Компьютер - 13 шт.; Принтер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.04.02 Ядерные физика и технологии, профиль / специализация «Ядерные реакторы и энергетические установки» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент ОЯТЦ ИЯТШ	Г.Н. Колпаков
Ст. преподаватель ОЯТЦ ИЯТШ	А.О. Семенов

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол от «25» 06 2020 г. №28-д).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения ЯТЦ на правах кафедры, д.т.н. _____ Горюнов А.Г.

подпись