

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТЦ

Долматов О.Ю.

«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЕ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

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

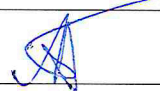
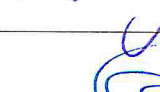
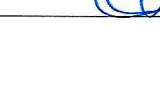
Вид промежуточной
аттестации

**Экзамен
Диф.зачёт
КР**

Обеспечивающее
подразделение

ОЯТЦ

Заведующий кафедрой-
руководитель отделения
Руководитель ООП
Преподаватель

	А.Г. Горюнов
	М.С. Кузнецов
	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-1.1З2	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)-4.2В2	Владеет навыками расчёта критических параметров энергооборудования ядерных установок, рисков возникновения режимов возникновения внештатных ситуаций при работе энергетического оборудования АЭС
				ПК(У)-4.2У2	Умеет оценивать риски и эффективность использования энергооборудования
				ПК(У)-4.2З2	Знает проектные ограничения применимости энергооборудования ядерных паропроизводящих установок, характеристики оборудования, применяемого в АЭС
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-8.1В1	Владеет навыками чтения технологических схем ядерных энергетических установок
				ПК-8.1У1	Умеет выполнять расчеты параметров термодинамических циклов, скорости движения рабочей среды, давления и температурных параметров активной зоны
				ПК-8.1З1	Знает этапы преобразования ядерной энергии в электрическую, термодинамические

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					циклы и схемы их реализации в ядерной энергетической установке, перечень основного оборудования ЯЭУ и процессов, протекающих в них, диаграмму расширения пара в турбинной установке, режимы работы и рабочие характеристики насосов, подогревателей, средств водоподготовки и аварийных устройств

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.ОПК-1.1 И.ПК-8.1.
РД 2	Выполнять расчеты эффективности использования энергооборудования	И.ПК(У)-4.2.
РД 3	Применять экспериментальные методы определения термодинамических характеристик энергооборудования 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 энергооборудования 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 энерговыработки энергии на АЭС	РД1	Лекции	8
	РД2	Практические занятия	16
	РД4	Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	76
Раздел (модуль) 2. Энергооборудование АЭС	РД1	Лекции	8
	РД2	Практические занятия	16
	РД3	Лабораторные занятия	8
	РД4	Самостоятельная работа	76

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Особенности энергоснабжения энергии на АЭС

Особенности производства и потребления ядерной энергии. Тепловые схемы атомных станций. Истечение пара. Процессы, протекающие в турбинных установках.

Темы лекций:

1. Особенности производства и потребления ядерной энергии.
2. Термодинамические циклы и тепловые схемы АЭС.
3. Законы истечения пара. Располагаемая работа и работа проталкивания. Скорость истечения.
4. Диаграмма расширения пара в турбине. Полезная работа ступени.

Темы практических занятий:

1. Закономерности производства и потребления электрической энергии. Показатели электростанций. Коэффициент использования установленной мощности и другие показатели.
2. Топливопотребление и КПД АЭС. Эффективность и экономичность электростанций.
3. Термодинамические циклы Карно и Ренкина. КПД циклов.
4. Регенеративный подогрев питательной воды. Карнотизированный цикл.

Названия лабораторных работ:

1. Расчёт распределения температуры (температурного профиля) по радиусу ТВЭЛ.
2. Расчёт газодинамического давления продуктов деления на оболочку ТВЭЛ.

Раздел 2. Энергооборудование АЭС

Основное энергооборудование атомных электрических станций: конструкция и принцип действия парогенераторов, дроссельно-регулирующая арматура, деаэратора, насосное оборудование. Защита ЯЭУ по технологическим причинам.

Темы лекций:

1. Парогенераторы АЭС. Тепловая диаграмма. Сепарация пара. КПД парогенератора.
2. Дроссельно-регулирующая арматура АЭС. Дифференциальный и интегральный эффекты.
3. Деаэрация воды. Закон Генри. Конструкция деаэратора.
4. Насосы АЭС. Явления помпажа и кавитации. Затраты на прокачку.

Темы практических занятий:

1. Расчёт сопла для пара.
2. КПД парогенератора. Расчёты теплообменников и насосов.
3. Безопасность эксплуатации ЯЭУ. Показатели надёжности аварийной защиты.

Названия лабораторных работ:

1. Анализ теплотехнической надёжности ЯППУ. Вероятность износа труб контура.
2. Расчёт температурного напора «стенка - жидкость» ТВЭЛ ВВЭР в составе пучка.

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. Основное оборудование АЭС : учебное пособие / под редакцией С. М. Дмитриева. — Минск : Вышэйшая школа, 2015. — 288 с. — ISBN 978-985-06-2520-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65576> (дата обращения: 07.04.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Теплогидравлические модели оборудования электрических станций : учебное пособие. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 448 с. — ISBN 978-5-9221-1518-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59703> (дата обращения: 07.04.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Шелегов, А. С. Насосное оборудование АЭС : учебное пособие / А. С. Шелегов, С. Т. Лескин, В. И. Слободчук. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 348 с. — ISBN 975-5-7262-1499-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75747> (дата обращения: 07.04.2019). — 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: 07.04.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Машиностроение ядерной техники. Том IV-25 : в 2 книгах / П.В. Андреев, С.А. Антипов, А.И. Аржаев, В.И. Астафуров. — Москва : Машиностроение, [б. г.]. — Кн. 2 — 2005. — 944 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/795> (дата обращения: 17.02.2019). — 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	Наименование оборудования
---	--------------------------	---------------------------

	помещений	
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 340	Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	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.; Проектор - 1 шт.; Принтер - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 431	Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 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 2020г. №28-д).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения ЯТЦ
на правах кафедры, д.т.н.



подпись

Горюнов А.Г.