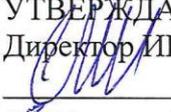


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

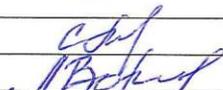
УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИШЭ

 Матвеев А.С.
 «30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2016 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

Обработка воды на АЭС

Направление подготовки/ специальность	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Nuclear power plants: design, operation and engineering / Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг		
Специализация	Design and operation of nuclear power plants / Проектирование и эксплуатация атомных станций		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		32
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		32
	ВСЕГО		80
	Самостоятельная работа, ч		136
	ИТОГО, ч		216

Вид промежуточной аттестации	Экзамен 8	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова
------------------------------	------------------	------------------------------	------------------------------

Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		Заворин А.С.
		Лавриненко С.В.
		Воронцова Е.С.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-16	способностью анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы	Р17	ПК(У)- 16.В4	Владеет опытом определения качественных показателей воды и выбора технологий обеспечения норм качества теплоносителя и рабочего тела
			ПК(У)- 16.У4	Умеет определять качественные показатели воды, выбирать схему водоподготовительной установки
			ПК(У)- 16.З4	Знает физико-химические процессы в трактах АС, нормы качества теплоносителя и рабочего тела и технологии их обеспечения

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой 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		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Знать: требования, предъявляемые к водному теплоносителю, показатели качества воды, стадии, методы и схемы обработки воды на АЭС, методы защиты оборудования.	ПК(У)-16
РД-2	Использовать методы определения показателей качества, методы очистки воды для проведения работ в условиях топливно- и водоаналитической лаборатории.	ПК(У)-16
РД-3	Владеть навыками расчета водоподготовительных установок.	ПК(У)-16

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 1. Примеси природных вод и показатели качества воды. Физико-химические процессы, протекающие в тракте АЭС. Предварительная очистка воды	РД-1	Лекции	8
	РД-2	Практические занятия	2
	РД-3	Лабораторные занятия	12
		Самостоятельная работа	48
Раздел 2. Обработка воды методом ионного обмена. Безреагентные методы подготовки воды в схемах ВПУ. Обработка охлаждающей воды. Метод дистилляции в системе водоподготовки АЭС	РД-1	Лекции	12
	РД-2	Практические занятия	12
	РД-3	Лабораторные занятия	12
		Самостоятельная работа	40
Раздел 3. Водный режим и обработка радиоактивных вод АЭС.	РД-1	Лекции	12
	РД-2	Практические занятия	2

Спецводоочистки	РД-3	Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	48

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Примеси природных вод и показатели качества воды. Физико-химические процессы, протекающие в тракте АЭС. Предварительная очистка воды

Принципиальные тепловые схемы. Вода, как теплоноситель, замедлитель, охлаждающая среда и технологическое сырье для генерации пара. Источники загрязнений на АЭС. Требования к теплоносителю. Генезис примесей природных вод. Классификация природных вод. Физико-химические и технологические показатели качества воды. Нормы качества теплоносителя. Радиационные процессы, протекающие в контурах ядерных энергетических установок. Материалы ядерной техники и коррозия оборудования. Классификация отложений. Методы, способы, материалы и оборудование предварительной очистки.

Темы лекций:

1. Примеси природных вод
2. Показатели качества воды
3. Предварительная очистка
4. Нормы качества теплоносителя.

Темы практических занятий:

1. Расчет водоподготовительной установки.

Названия лабораторных работ:

1. Общий анализ воды
2. Примеси природных вод
3. Физические и химические показатели качества воды
4. Технологические показатели качества воды
5. Определение содержания хлоридов
6. Определение содержания кислорода

Раздел 2. Обработка воды методом ионного обмена. Безреагентные методы подготовки воды в схемах ВПУ. Обработка охлаждающей воды. Метод дистилляции в системе водоподготовки АЭС

Физико-химические основы ионного обмена. Строение ионитов, их классификация, марки, технологические характеристики. Схемы ионообменных установок. Мембранные процессы подготовки воды. Принцип обратного осмоса. Удаление газов из воды в схемах ВПУ. Схемы водоснабжения. Условия образования и характер накипей. Способы предотвращения. Физико-химические основы дистилляции. Типы и конструкции испарителей. Схемы испарительных одно- и многоступенчатых установок.

Темы лекций:

5. Методы обессоливания и опреснения воды.
6. Технология удаления газов.
7. Мембранные процессы подготовки воды
8. Условия образования и характер накипей
9. Физико-химические основы дистилляции
10. Типы и конструкции испарителей

Темы практических занятий:

2. Выбор схемы водоподготовки

3. Расчет осветлительного фильтра
4. Расчет механических фильтров
5. Расчет высокоосновных анионитных фильтров
6. Расчет декарбонизатора
7. Расчет водоподготовительной установки.

Названия лабораторных работ:

7. Соосаждение радиоактивных примесей с кристаллическим осадком: метод объемной коагуляции.
8. Определение жесткости
9. Определение кислотности
10. Определение щелочности
11. Проведение полного цикла процессов Н- катионитных фильтров
12. Проведение полного цикла процессов Na- катионитных фильтров

<p>Раздел 3. Водный режим и обработка радиоактивных вод АЭС. Спецводоочистки</p>

Водно-химический режим первого контура АЭС с реактором ВВЭР. Водно-химический режим второго контура АЭС с реактором ВВЭР. Водно-химический режим одноконтурных АЭС. Назначение и классификация спецводоочисток.

Темы лекций:

11. Водно-химические режимы первого контура АЭС с реактором ВВЭР
12. Водно-химический режим второго контура АЭС с реактором ВВЭР
13. Водно-химический режим одноконтурных АЭС
14. Спецводоочистка.
15. Водно-химический режим паротурбинной установки с реактором ВВЭР
16. Водно-химический режим парогенераторной установки с реактором ВВЭР

Темы практических занятий:

8. Расчет водоподготовительной установки.

Названия лабораторных работ:

13. Метод химической деионизации воды на ионитах.
14. Коагуляция
15. Определение цветности, фотометрический метод
16. Определение водородного показателя (РН)

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Вихрев В.Ф. Водоподготовка: учебное пособие / В.Ф. Вихрев, М.С. Шкроб; под ред. М.С. Шкроба. – 3-е изд., перераб. и доп. – Екатеринбург: Юланд, 2016. – 416 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/344148>).
2. Чиж В. А. Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС / В.А. Чиж, Н.Б. Карницкий, А.В. Нерезько. - Минск : Вышэйшая школа, 2010. - 351 с. - ISBN 978-985-06-1877-1. - URL: <http://new.ibooks.ru/bookshelf/338917/reading> (дата обращения: 14.12.2020). - Текст: электронный.

Дополнительная литература:

1. Карелин В.А. Водоподготовка для АЭС. Проектирование и расчет водоподготовительной установки: учебное пособие [Электронный ресурс] / В.А. Карелин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 1.4 МВ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – Заглавие с титульного экрана. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m151.pdf>
2. Любимова, Л. Л. Инженерные расчеты в водоподготовке паровых и водогрейных котлов : учебное пособие / Л. Л. Любимова, А. С. Заворин, А. А. Ташлыков. — Томск : ТПУ, 2009. — 133 с. — ISBN 5-98298-453-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45148> (дата обращения: 14.12.2020).
3. Копылов, А. С. Водоподготовка в энергетике : учебное пособие для вузов / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков - Москва : Издательский дом МЭИ, 2009. - ISBN 978-5-383-00968-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009680.html> (дата обращения: 14.12.2020). - Режим доступа : по подписке.
4. Любимова, Л. Л.. Технология подготовки воды для контуров котлов, парогенераторов, реакторов и систем их обеспечения [Электронный ресурс]. – Томск: ТПУ, 2009. — 293 с.. — Допущено УМО вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Единая государственная информационная система учета НИОКТР (<http://rosrid.ru>);
2. Справочно-поисковая система «КонсультантПлюс» (<http://www.consultant.ru>);
3. Национальная электронная библиотека (<https://нэб.рф>);
4. База реферативных журналов Всероссийского института научной и технической информации (<http://www2.viniti.ru>);
5. Университетская информационная система «УИС Россия» (<http://uisrussia.msu.ru>);
6. Поисковая система Федерального института промышленной собственности по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (<http://www1.fips.ru>);
7. Информационная система ЭКБСОН (<http://www.vlibrary.ru>);
8. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (<http://diss.rsl.ru>);
9. Поисковая система Федерального центра информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru>);

10. Электронная библиотека института инженеров электротехники и электроники «IEEE» (<http://ieeexplore.ieee.org>).

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

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

1. Windows 7/8/10;
2. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
3. Document Foundation LibreOffice;
4. Cisco Webex Meetings\$
5. Zoom Zoom.
6. MS Office – пакет офисных программ;
7. Matlab, Mathcad – системы инженерных и научных расчетов.

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 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а,307	– Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; – Водоподготовка - 1 шт.;
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а,406	– Доска аудиторная поворотная - 1 шт.;; – Стол письменный - 1 шт.;; – Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; – Анализатор дымовых газов Testo350 - 1 шт.;; – Компьютер - 2 шт.;; – Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а,401	– Доска аудиторная поворотная - 1 шт.;; – Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; – Компьютер - 1 шт.;; – Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг (приема 2016 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Ассистент НОЦ И.Н. Бутакова	Воронцова Е.С.

Программа одобрена на заседании кафедры АТЭС (протокол от 11.02.2016 г. № 2).

Заведующий кафедрой - руководитель
НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры,
д.т.н, профессор

 /А.С. Заворин