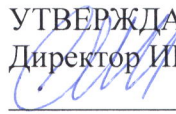


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ

 Матвеев А.С.
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

Обработка воды на АЭС

Направление подготовки/ специальность	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг		
Специализация	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	

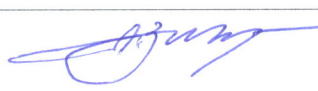
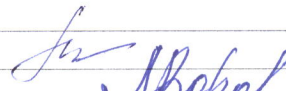
Вид промежуточной
аттестации

Экзамен

Обеспечивающее
подразделение

**НОЦ
И.Н. Бутакова**

Заведующий кафедрой -
руководитель НОЦ И.Н.
Бутакова на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	Заворин А.С.
	Воробьев А.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
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Р12	312.3	основ теории сплавов, методы и способы обработки воды и материалов; физические, химические свойства и эксплуатационные характеристики конструкционных материалов, применяемых в ядерной энергетике
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений			
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу		У12.3	применять физические и химические законы для описания процессов использования воды и топлива на АС
ПК-9	Способность формулировать цели проекта, выбирать критерии и показатели, выявлять приоритеты решения задач		В12.6	использования методов анализа качества воды, определения: физических, химических и технологических показателей качества воды
ПК-12	Готовность участвовать в проектировании основного оборудования, систем контроля и управления ядерных энергетических установок с учетом экологических требований и безопасной работы			
ПСК-1.5	Готовность к разработке проектов элементов и систем АС и ЯЭУ с целью их модернизации и улучшения технико-экономических показателей с использованием современных средств проектирования и новых информационных технологий			

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.	УК-1, УК-2, ОК-1, ПК-9, ПК-12, ПСК-1.5
РД-2	Использовать методы определения показателей качества, методы очистки воды для проведения работ в условиях топливно- и водоаналитической лаборатории.	УК-1, УК-2, ОК-1, ПК-9, ПК-12, ПСК-1.5
РД-3	Владеть навыками расчета водоподготовительных установок.	УК-1, УК-2, ОК-1, ПК-9, ПК-12, ПСК-1.5

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	РД-1	Лекции	12
	РД-2	Практические занятия	12
	РД-3	Лабораторные занятия	12

ВПУ. Обработка охлаждающей воды. Метод дистилляции в системе водоподготовки АЭС		Самостоятельная работа	40
Раздел 3. Водный режим и обработка радиоактивных вод АЭС. Спецводоочистки	РД-1	Лекции	12
	РД-2	Практические занятия	2
	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

Темы практических занятий:

1. Расчет водоподготовительной установки.

Названия лабораторных работ:

1. Общий анализ воды: примеси природных вод, физические и химические показатели качества воды, технологические показатели качества воды.

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:

1. Методы обессоливания и опреснения воды.
2. Технология удаления газов.

Темы практических занятий:

1. Расчет водоподготовительной установки.

Названия лабораторных работ:

1. Соосаждение радиоактивных примесей с кристаллическим осадком: метод объемной коагуляции.

Раздел 3. Водный режим и обработка радиоактивных вод АЭС. Спецводоочистки

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:

1. Водно-химические режимы.
2. Спецводоочистка.

Темы практических занятий:

1. Расчет водоподготовительной установки.

Названия лабораторных работ:

1. Метод химической деионизации воды на ионитах.

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.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

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. Любимова Л.Л., Заворин А.С., Ташлыков А.А. Инженерные расчеты в водоподготовке паровых и водогрейных котлов: учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2009. – 133 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/LANBOOK/148>).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Копылов А.С. Водоподготовка в энергетике: / А.С. Копылов, В.М. Лавыгин, В.Ф. Очков. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2016. – 309 с.: ил. – "Допущено Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям "Тепловые электрические станции" и "Технология воды и топлива на тепловых и атомных электрических станциях" направления подготовки дипломированных специалистов "Теплоэнергетика". – Список литературы: с. 303-304. – Предметный указатель: с. 305-306.. – ISBN 978-5-383-00968-0. – Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72208
2. Любимова Л.Л. Технология подготовки воды для контуров котлов, парогенераторов, реакторов и систем их обеспечения: учебное пособие [Электронный ресурс] / Л.Л. Любимова, А.С. Заворин, А.А. Макеев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 761 KB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m148.pdf>
3. Любимова Л.Л. Технология обработки воды на АЭС: учебное пособие / Л.Л. Любимова, А.С. Заворин, А.А. Макеев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 194 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/94027>)
4. Копылов А.С. Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программированные расчеты: учебное пособие для вузов / А.С. Копылов, В.Ф. Очков, Ю.В.

Чудова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 222 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/194596>)

Дополнительная литература

1. Копылов А.С. Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программированные расчеты: / А.С. Копылов, В.Ф. Очков, Ю.В. Чудова. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2016. – 222 с: ил. – Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72274
2. 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 MB). – 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>
3. Хоникевич А.А. Очистка радиоактивно-загрязненных вод лабораторий и исследовательских ядерных реакторов. – М.: Атомиздат, 1974. – 312 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/95575>)
4. Копылов А.С., Верховский Е.И. Спецводоочистка на атомных электростанциях: учебное пособие для СПТУ. – М.: Высшая школа, 1988. – 208 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/257917>)
5. Водоподготовительное оборудование для АЭС: Отраслевой каталог 14-83 / Научно-исследовательский институт экономики, организации производства и технико-экономической информации в энергетическом машиностроении (НИИЭИНФОРМЭНЕРГОМАШ). – Москва: НИИЭИНФОРМЭНЕРГОМАШ, 1983. – 148 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/122895>)
6. Герасимов В.В. Материалы ядерной техники: учебник / В.В. Герасимов, А.С. Монахов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоиздат, 1982. – 288 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/52777>)
7. Кульский Л.А., Страхов Э.Б., Волошинова А.М., Близилюкова В.А. Очистка вод атомных электростанций / Под общей ред. акад. АН УССР Л.А. Кульского. – Киев: Наукова думка, 1979. – 209 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/97747>)
8. Григорьева Л.С. Физико-химическая оценка качества и водоподготовка природных вод: учебное пособие для вузов / Л.С. Григорьева. – Москва: АСВ, 2011. – 144 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/231584>).
9. Маргулова Т.Х., Мартынова О.И. Водные режимы тепловых и атомных электростанций: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1981. – 320 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/33646>).

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.

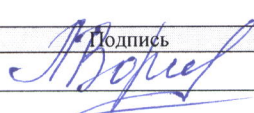
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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.

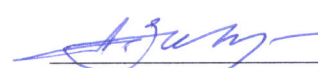
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

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

Программа одобрена на заседании кафедры АТЭС (протокол от 18.05.2017 г. № 19).

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

 /А.С. Заворин/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2018/2019 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС 5. Изменена система оценивания	№ 11 от 19.06.2018 г.
	Изменена система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете во всех дисциплинах и практиках, реализация которых начнётся с осеннего семестра 2018/19 учебного года и далее до завершения реализации программы.	№ 11/1 от 27.08.2018 г.
2019/2020 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	№ 29 от 30.05.2019
2020/2021 учебный год	Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин	Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020 г.
2020/2021 учебный год	Внесены изменения в разделы учебно-методическое, информационное, программное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	№ 44 от 26.06.2020 г.