

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Энергетические установки на органическом и ядерном топливе

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ВОДНО-ХИМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ТЭС И АЭС

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	1 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 57,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бураков И.А.
	Идентификатор	R6e8dfb19-BurakovIA-87400e32

(подпись)

И.А. Бураков

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810

(подпись)

К.А. Плешанов

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810

(подпись)

К.А. Плешанов

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение технологии использования химических реагентов для ведения водно-химических режимов тепловых и атомных электрических станций. Изучение основ процессов химической и электрохимической коррозии и показателей качества водного теплоносителя и их коррекции

Задачи дисциплины

- овладения знаниями по особенностям коррекции водного теплоносителя на ТЭС и АЭС и ведения водно-химических режимов ТЭС и АЭС;
- овладения знаниями по подготовке воды на водоподготовительных установках до заданных потребителем параметров;
- овладения знаниями по применяемым химическим реагентам для ведения водно-химического режима на ТЭС и АЭС.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен к проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-2 _{ПК-1} Демонстрирует понимание влияния отдельных факторов на работу и конструкцию объекта профессиональной деятельности	знать: - методики химического и технологического расчёта водоподготовительных установок; - расчёт количества химических реагентов для ведения водно-химического режима, определение константы химических реакций, произведения растворимостей. уметь: - проводить химические и технологические расчёты ВПУ и ВХР; - определять количество химического реагента, для ведения водно-химического режима ТЭС и АЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергетические установки на органическом и ядерном топливе (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Основы работы и проектирования водоподготовительных установок	16	1	8	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы работы и проектирования водоподготовительных установок" Никитина И.С., Бураков И.А., Верховский А.Е. «Водно-химические режимы ТЭС», Филинь, 2017 г. Стр. 6 - 9. Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. «Водоподготовка на ТЭС», МЭИ, 2005 г. Стр. 10 - 35.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 5-46</p>	
1.1	Основы работы и проектирования водоподготовительных установок	16		8	-	4	-	-	-	-	-	4	-		
2	Процессы химической и электрохимической коррозии	10		4	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-
2.1	Процессы химической и электрохимической коррозии	10		4	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-
3	Примеси в пароводяном тракте ТЭС и АЭС	10		4	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-
3.1	Примеси в пароводяном тракте	10	4	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Примеси в пароводяном тракте ТЭС и АЭС" Никитина И.С., Бураков И.А., Верховский</p>	

	ТЭС и АЭС												А.Е. «Водно-химические режимы ТЭС», Филинь, 2017 г. Стр. 19 - 25. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 19-25
4	Образование отложений	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Образование отложений" Никитина И.С., Бураков И.А., Верховский А.Е. «Водно-химические режимы ТЭС», Филинь, 2017 г. Стр. 19 - 25. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 19-25
4.1	Образование отложений	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Образование отложений" Никитина И.С., Бураков И.А., Верховский А.Е. «Водно-химические режимы ТЭС», Филинь, 2017 г. Стр. 19 - 25. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 19-25
5	ВХР ТЭС	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "ВХР ТЭС" Никитина И.С., Бураков И.А., Верховский А.Е. «Водно-химические режимы ТЭС», Филинь, 2017 г. Стр. 38 - 51. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 38-51
5.1	ВХР ТЭС	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "ВХР ТЭС" Никитина И.С., Бураков И.А., Верховский А.Е. «Водно-химические режимы ТЭС», Филинь, 2017 г. Стр. 38 - 51. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 38-51
6	ВХР АЭС	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "ВХР АЭС" Воронов В.Н., Петрова Т.И. «Водно-химические режимы ТЭС и АЭС», МЭИ, 2009 г. Стр. 190 - 215. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 190-215
6.1	ВХР АЭС	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "ВХР АЭС" Воронов В.Н., Петрова Т.И. «Водно-химические режимы ТЭС и АЭС», МЭИ, 2009 г. Стр. 190 - 215. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 190-215
7	Химические промывки оборудования и консервация	6	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Химические промывки оборудования и консервация" Никитина И.С., Бураков И.А., Верховский А.Е. «Водно-химические
7.1	Химические промывки	6	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Химические промывки оборудования и консервация" Никитина И.С., Бураков И.А., Верховский А.Е. «Водно-химические

	оборудования и консервация													режимы ТЭС», Филинь, 2017 г. Стр. 51 - 58. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 51-58
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	108.0		32	-	16	-	2	-	-	0.5	24	33.5	
	Итого за семестр	108.0		32	-	16		2	-		0.5		57.5	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основы работы и проектирования водоподготовительных установок

1.1. Основы работы и проектирования водоподготовительных установок

Основные показатели качества теплоносителя, предочистка, основные ступени очистки ВПУ, работа ФСД и аппаратов электродеионизации, декарбонизация, химический и технологический расчёты ВПУ.

2. Процессы химической и электрохимической коррозии

2.1. Процессы химической и электрохимической коррозии

Химическая коррозия. Реакция Шодрона, Электрохимическая коррозия, Коррозия-эрозия, Классификация радиационных процессов по видам разрушения конструкционного материала, Скорость коррозии, Подшламовая и щелевая коррозия, Коррозия под напряжением, Водородное охрупчивание металла, Внутренние и внешние факторы электрохимической коррозии, Коррозия различного энергетического оборудования, Анодная поляризационная кривая, Зависимость фляде-потенциала от рН.

3. Примеси в пароводяном тракте ТЭС и АЭС

3.1. Примеси в пароводяном тракте ТЭС и АЭС

Примеси в пароводяном тракте ТЭС, Отложения на теплогенерирующих поверхностях, Условия выделения твёрдой фазы.

4. Образование отложений

4.1. Образование отложений

Образование отложений в пароводяном тракте ТЭС, Состав отложений в пароперегревателях и турбинах высокого давления, Образование отложений в турбине СКД.

5. ВХР ТЭС

5.1. ВХР ТЭС

Водно-химические режимы ТЭС с прямоточными котлами, Общие положения по ведению водно-химических режимов на ТЭС с прямоточными котлами, ВХР ТЭС с прямоточными котлами, Гидразинно-аммиачный ВХР, Окислительные ВХР ТЭС с прямоточными котлами, ВХР ТЭС с барабанными котлами, Общие положения по ведению ВХР на ТЭС с барабанными котлами, Нормы качества теплоносителя для ТЭС с барабанными котлами, ВХР для ТЭС с барабанными котлами, Защита от отложений. Фосфатирование котловой воды, ВХР ТЭС с парогазовыми установками, ТЭС с ПГУ, ВХР КУ, Экспериментальные ВХР на ТЭС.

6. ВХР АЭС

6.1. ВХР АЭС

ВХР одноконтурных АЭС, ВХР двухконтурных АЭС, первый контур АЭС с ВВЭР, второй контур АЭС с ВВЭР, СВО.

7. Химические промывки оборудования и консервация

7.1. Химические промывки оборудования и консервация

Основные принципы химических промывок поверхностей нагрева паровых котлов, Основные принципы химических промывок, Химическая промывка котлов, Основные этапы промывки оборудования, Консервация теплоэнергетического оборудования, Консервация паровых турбин, Проблемы обработки вод после промывок и консервации оборудования.

3.3. Темы практических занятий

1. Основы химического и технологического расчёта ВПУ;
2. Произведение растворимостей;
3. Константы реакций: константы воды, гидролиза, диссоциации;
4. Перенос примесей из воды в пар;
5. Скорость коррозии;
6. Диаграмма Пурбэ.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультации проводятся по разделу "Основы работы и проектирования водоподготовительных установок"
2. Консультации проводятся по разделу "Процессы химической и электрохимической коррозии"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Примеси в пароводяном тракте ТЭС и АЭС"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Образование отложений"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "ВХР ТЭС"
6. Консультации проводятся по разделу "ВХР АЭС"
7. Консультации проводятся по разделу "Химические промывки оборудования и консервация"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)							Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7		
Знать:										
расчёт количества химических реагентов для ведения водно-химического режима, определение константы химических реакций, произведения растворимостей	ИД-2ПК-1			+	+					Контрольная работа/БОУ. Образование отложений в тракте
методики химического и технологического расчёта водоподготовительных установок	ИД-2ПК-1	+								Контрольная работа/Основы разработки ВПУ для ТЭС и АЭС
Уметь:										
определять количество химического реагента, для ведения водно-химического режима ТЭС и АЭС	ИД-2ПК-1						+	+	+	Контрольная работа/Переход примесей из воды в пар. Ведение ВХР
проводить химические и технологические расчёты ВПУ и ВХР	ИД-2ПК-1		+							Контрольная работа/Диаграмма Пурбэ. Константы Реакций

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. БОУ. Образование отложеней в тракте (Контрольная работа)
2. Диаграмма Пурбэ. Константы Реакций (Контрольная работа)
3. Основы разработки ВПУ для ТЭС и АЭС (Контрольная работа)
4. Переход примесей из воды в пар. Ведение ВХР (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Копылов, А. С. Водоподготовка в энергетике : учебное пособие для вузов по специальностям "Тепловые электрические станции" и "Технология воды и топлива на тепловых и атомных электрических станциях" направления "Теплоэнергетика" / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков . – 2-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2006 . – 309 с. - ISBN 5-903072-45-3 .;
2. Никитина, И. С. Водно-химические режимы тепловых электрических станций : учебное пособие по курсам "Водно-химические режимы ТЭС", "Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС" по направлениям 13.03.01, 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / И. С. Никитина, И. А. Бураков, А. Е. Верховский, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : ФИЛИНЪ, 2017 . – 74 с. - ISBN 978-5-9216-0539-8 .;
3. Воронов В.Н. , Петрова Т.И. - "Водно-химические режимы ТЭС и АЭС", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2009 - (240 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72207.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office;
2. MathCad.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
2. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Д-320, Кабинет сотрудников каф. "МиПЭУ"	рабочее место сотрудника, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Х-403, Кабинет сотрудников каф. МиПЭУ	рабочее место сотрудника, стол для оргтехники, стол компьютерный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Водно-химические режимы ТЭС и АЭС

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Основы разработки ВПУ для ТЭС и АЭС (Контрольная работа)

КМ-2 БОУ. Образование отложений в тракте (Контрольная работа)

КМ-3 Переход примесей из воды в пар. Ведение ВХР (Контрольная работа)

КМ-4 Диаграмма Пурбэ. Константы Реакций (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	10	14
1	Основы работы и проектирования водоподготовительных установок					
1.1	Основы работы и проектирования водоподготовительных установок		+			
2	Процессы химической и электрохимической коррозии					
2.1	Процессы химической и электрохимической коррозии					+
3	Примеси в пароводяном тракте ТЭС и АЭС					
3.1	Примеси в пароводяном тракте ТЭС и АЭС			+		
4	Образование отложений					
4.1	Образование отложений			+		
5	ВХР ТЭС					
5.1	ВХР ТЭС				+	
6	ВХР АЭС					
6.1	ВХР АЭС				+	
7	Химические промывки оборудования и консервация					
7.1	Химические промывки оборудования и консервация				+	
Вес КМ, %:			25	25	25	25