

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Технология воды и топлива на ТЭС и АЭС

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ВОДОПОДГОТОВКА


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.05.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	5 семестр - 48 часа;
Практические занятия	5 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	5 семестр - 32 часа;
Консультации	5 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	5 семестр - 117,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	5 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Егошина О.В.
	Идентификатор	R4905e37a-YegoshinaOV-5d73426

(подпись)


О.В. Егошина

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

(подпись)

Ю.В. Шацких

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Орлов К.А.
	Идентификатор	R24178de8-OrlovKA-0ab64072

(подпись)

К.А. Орлов

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основных понятий, технологий и оборудования для подготовки добавочной воды на объектах энергетики

Задачи дисциплины

- ознакомление с технологическими процессами и аппаратами, используемыми при подготовке добавочной воды на ТЭС;
- формирование навыков принимать и обосновывать конкретные технические решения при проектировании и эксплуатации установок по очистке добавочной воды на ТЭС.

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-3 Способен участвовать в организации химического контроля качества воды и поддержании требуемого химического режима на объектах энергетики	ИД-3 _{ПК-3} Знает устройство и принцип работы оборудования водоподготовки и водоочистки на объектах энергетики	знать: - основные показатели, характеризующие качество воды и их изменение по ступеням обработки при подготовке добавочной воды; - основные физико-химические процессы подготовки добавочной воды на ТЭС, технологии и виды оборудования, применяемые в водоподготовке в энергетике. уметь: - принимать конкретные технологические решения при проектировании и эксплуатации установок подготовки добавочной воды на ТЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Технология воды и топлива на ТЭС и АЭС (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы высшей математики
- знать основы информационных технологий
- знать основы физики
- знать основы химии
- знать основы технической термодинамики
- знать основы материаловедения, технологии конструкционных материалов
- знать основы гидрогазодинамики
- знать основы экологии

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 6 зачетных единиц, 216 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	Введение. Использование воды на ТЭС. Типы природных вод. Технологические показатели качества воды	46	5	10	6	6	-	-	-	-	-	24	-	<p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по тестам №1 «Концентрации», №2 «Использование воды на ТЭС», №3 «Примеси и показатели качества природных вод». Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения задач в тестах, провести расчеты по варианту задания.</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по тестам №1 «Концентрации», №2 «Использование воды на ТЭС», №3 «Примеси и показатели качества природных вод».</p> <p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется расчет и проектирование ВПУ. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: "Рассчитать схему ВПУ методом двухступенчатого ионного обмена".</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Введение. Использование воды на ТЭС. Типы природных вод. Технологические показатели качества воды" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях.</p>
1.1	Введение. Использование воды на ТЭС	14		2	2	2	-	-	-	-	-	8	-	
1.2	Технологические показатели качества воды	16		4	2	2	-	-	-	-	-	8	-	
1.3	Типы и характеристики природных вод	16		4	2	2	-	-	-	-	-	8	-	

															<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделам "Введение. Использование воды на ТЭС. Типы природных вод. Технологические показатели качества воды"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 5-11, стр.12-33, стр. 31-47</p>
2	Предварительная очистка воды	28	8	6	2	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Предварительная очистка воды" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p>	
2.1	Предварительная очистка воды	28	8	6	2	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе №1 и №2 необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Предварительная очистка воды" материалу.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Предварительная очистка воды"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизадч по тестам № 4 "Коагуляция", №5 "Коагуляция и известкование", №6 "Осветлительные фильтры". Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения задач в тестах, провести расчеты по варианту задания.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр.48-103 [3], стр. 23-56</p>	
3	Обессоливание	76	24	16	4	-	-	-	-	-	-	32	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></p>	

3.1	Обработка воды методом ионного обмена	38		12	8	2	-	-	-	-	-	16	-	Изучение материала по разделу "Обессоливание" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях.
3.2	Мембранные методы очистки воды	38		12	8	2	-	-	-	-	-	16	-	<p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по тестам №7 "Основы ионного обмена", №8 "Оборудование ионного обмена", №9 "Технологии ионного обмена". Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения задач в тестах, провести расчеты по варианту задания.</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторным работам №№3-5. Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Обработка воды методом ионного обмена" материалу.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Обессоливание"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 104-166, стр. 167-181 [2], стр. 24-67 [4], стр. 35-70</p>
4	Удаление из воды растворимых газов	30		6	4	4	-	-	-	-	-	16	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Удаление из воды растворимых газов"
4.1	Удаление из воды растворимых газов	30		6	4	4	-	-	-	-	-	16	-	<p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по тестам №10 "Мембранные методы очистки воды", №11 "Удаление из воды растворимых газов". Студентам необходимо</p>

														повторить теоретический материал, разобрать примеры решения задач в тестах, провести расчеты по варианту задания. <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Изучение дополнительного материала для подготовки к тестированию по темам: "Удаление из воды растворенных газов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр.182-209 [4], стр.120-144
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2.0	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	216.0	48	32	16	-	2.0	-	-	0.5	84	33.5		
	Итого за семестр	216.0	48	32	16	2.0	-	-	0.5	117.5				

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Введение. Использование воды на ТЭС. Типы природных вод. Технологические показатели качества воды

1.1. Введение. Использование воды на ТЭС

Использование воды на ТЭС. Вода как теплоноситель, замедлитель и рабочее тело. Типичные схемы обращения воды на ТЭС. Загрязнение водного теплоносителя в трактах ТЭС. Расчет производительности водоподготовительной установки.

1.2. Технологические показатели качества воды

Способы выражения концентраций. Жесткость, щелочность, рН, окисляемость, концентрации отдельных ионов, концентрация грубодисперсных примесей, сухой остаток, прокаленный остаток.

1.3. Типы и характеристики природных вод

Примеси и естественный химический состав поверхностных и подземных природных вод. Загрязнение природных водоемов стоками промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных предприятий.

2. Предварительная очистка воды

2.1. Предварительная очистка воды

Физико-химические процессы, протекающие в воде при коагуляции. Изменение химического состава воды при коагуляции. Принципиальные технологические схемы коагуляционных установок. Химические реакции, протекающие при известковании воды. Принципиальные технологические схемы установок для обработки воды методами осаждения. Осветительные фильтры насыпного и намывного типа. Требования, предъявляемые к фильтрующим материалам для фильтров насыпного и намывного типа. Стоки установок предварительной очистки воды. Микрофильтрация, ультрафильтрация.

3. Обессоливание

3.1. Обработка воды методом ионного обмена

Ионообменные материалы, применяемые на водоподготовительных установках. Основные закономерности ионного обмена. Технология катионирования. На-катионирование. Н-катионирование. Технология ионитного (химического) обессоливания воды. Процессы последовательного Н-ОН-ионирования воды. Принципиальные схемы ионитного обессоливания воды с одной и несколькими ступенями отдельного Н-ОН-ионирования. Процесс совместного Н-ОН-ионирования воды. Конструкции ФСД с регенерацией внутри и вне корпуса фильтра. Технология выносной регенерации. Технологии противоточного ионного обмена. Стоки ионообменных установок.

3.2. Мембранные методы очистки воды

Процессы, протекающие в мембранных установках. Характеристики мембран. Нанофильтрация и обратный осмос. Электродеионизация. Вибрационное мембранное разделение.

4. Удаление из воды растворимых газов

4.1. Удаление из воды растворимых газов

Процессы абсорбции и десорбции газов. Технология деаэрации воды. Технология декарбонизации воды. Химические методы удаления из воды коррозионно-агрессивных газов. Каталитическое удаление кислорода.

3.3. Темы практических занятий

1. Производительность водоподготовительной установки на ТЭС;
2. Показатели качества природных вод воды и способы выражения концентраций;
3. Показатели качества воды после коагуляции в осветлителе;
4. Показатели качества воды после коагуляции и известкования в осветлителе;
5. Выбор осветлителя;
6. Выбор типоразмеров и количества осветлительных фильтров;
7. Расчет установки Na-катионирования для подпитки теплосети;
8. Изменение ионного состава воды по ступеням при обессоливании методом ионного обмена;
9. Выбор типоразмера и количества ионитных фильтров по ступеням при обессоливании методом ионного обмена;
10. Выбор характеристик насоса-дозатора в схеме H-катионирования для приготовления регенерационного раствора кислоты;
11. Оценка и расчет технологических показателей H-катионитного фильтра по данным эксплуатации;
12. Нейтрализация сточных вод обессоливающей установки.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Очистка воды в Na-катионитном фильтре;
2. Оптимизация работы цепочки ионитных фильтров;
3. Эксплуатация однокамерного осветлительного фильтра;
4. Предварительная обработка в осветлителе для коагуляции и известкования;
5. Оптимизация работы H-катионитного фильтра;
6. Очистка воды в фильтре смешанного действия.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение. Использование воды на ТЭС. Типы природных вод. Технологические показатели качества воды"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Предварительная очистка воды"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Обессоливание"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Удаление из воды растворимых газов"

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	
Знать:						
основные физико-химические процессы подготовки добавочной воды на ТЭС, технологии и виды оборудования, применяемые в водоподготовке в энергетике	ИД-3ПК-3		+	+		Тестирование/Коагуляция; Коагуляция и известкование; Осветлительные фильтры Тестирование/Основы ионного обмена; Оборудование ионного обмена; Технологии ионного обмена
основные показатели, характеризующие качество воды и их изменение по ступеням обработки при подготовке добавочной воды	ИД-3ПК-3	+				Тестирование/Концентрации; Использование воды на ТЭС Тестирование/Примеси и показатели качества природных вод
Уметь:						
принимать конкретные технологические решения при проектировании и эксплуатации установок подготовки добавочной воды на ТЭС	ИД-3ПК-3				+	Тестирование/Мембранные методы очистки воды; Удаление из воды растворенных газов; РГР "Расчет схемы подготовки добавочной воды для ТЭС", Защита Лабораторных работ

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Коагуляция; Коагуляция и известкование; Осветлительные фильтры (Тестирование)
2. Концентрации; Использование воды на ТЭС (Тестирование)
3. Основы ионного обмена; Оборудование ионного обмена; Технологии ионного обмена (Тестирование)
4. Примеси и показатели качества природных вод (Тестирование)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Мембранные методы очистки воды; Удаление из воды растворенных газов; РГР "Расчет схемы подготовки добавочной воды для ТЭС", Защита Лабораторных работ (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

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

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

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. , Лавыгин В.М. , Очков В.Ф. - "Водоподготовка в энергетике", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (310 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72208;
2. Пильщиков, А. П. Очистка воды методом фильтрования : Учебное пособие по дисциплине "Химико-технологические процессы, аппараты и режимы" для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / А. П. Пильщиков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2004 . – 64 с. - ISBN 5-7046-1157-5 .;
3. Предварительная очистка воды в схемах водоподготовки : Учебное пособие по дисциплинам "Водоподготовка", "Химико-технологические процессы, аппараты и режимы", по направлению "Теплоэнергетика" / А. В. Богловский, А. С. Копылов, В. Ф. Очков, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 79 с. - ISBN 5-7046-0864-7 .;
4. Стерман, Л. С. Физические и химические методы обработки воды на ТЭС : учебник для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" / Л. С. Стерман, В. Н. Покровский . – М. : Энергоатомиздат, 1991 . – 328 с. - ISBN 5-283-00041-9 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. MathCad;
3. Майнд Видеоконференции.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
5. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
6. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
7. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
8. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
9. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
10. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
12. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
13. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
14. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
15. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
16. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
17. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
18. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
19. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
20. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
21. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
22. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Б-205, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, колонки
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	В-411, Учебная лаборатория «Вычислительный центр ТВТ»	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, доска маркерная передвижная, компьютер

		персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	В-411, Учебная лаборатория «Вычислительный центр ТВТ»	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	В-411, Учебная лаборатория «Вычислительный центр ТВТ»	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-413/1, Кабинет сотрудников каф. "ТОТ"	стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, холодильник
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-417, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ТОТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер, кондиционер

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Водоподготовка

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Концентрации; Использование воды на ТЭС (Тестирование)
 КМ-2 Примеси и показатели качества природных вод (Тестирование)
 КМ-3 Коагуляция; Коагуляция и известкование; Осветлительные фильтры (Тестирование)
 КМ-4 Основы ионного обмена; Оборудование ионного обмена; Технологии ионного обмена (Тестирование)
 КМ-5 Мембранные методы очистки воды; Удаление из воды растворенных газов; РГР "Расчет схемы подготовки добавочной воды для ТЭС", Защита Лабораторных работ (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	6	10	13	15
1	Введение. Использование воды на ТЭС. Типы природных вод. Технологические показатели качества воды						
1.1	Введение. Использование воды на ТЭС		+	+			
1.2	Технологические показатели качества воды		+	+			
1.3	Типы и характеристики природных вод		+	+			
2	Предварительная очистка воды						
2.1	Предварительная очистка воды				+	+	
3	Обессоливание						
3.1	Обработка воды методом ионного обмена				+	+	
3.2	Мембранные методы очистки воды				+	+	
4	Удаление из воды растворимых газов						
4.1	Удаление из воды растворимых газов						+
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20