



К Г Э У

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

8 16.04.2024

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИТЭ  
*Наименование института*

С.О. Гапоненко

«30» мая 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.04.02 Технологии обработки воды на ТЭС и АЭС

*(Код и наименование дисциплины в соответствии с РВП)*

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
*(Код и наименование направления подготовки)*

Направленность(и) \*  
(профиль(и)) Тепловые электрические станции  
*(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)*

Квалификация Бакалавр  
*(Бакалавр / Магистр)*

\* Наименование направленности (профиля) указывается только для дисциплин специализированного модуля 2

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
АТЭС	Доцент, к.т.н.	Власова А.Ю.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	кафедры АТЭС	18.05.2023	№23	_____ Зав.каф., д.х.н., профессор Чичирова Н.Д.
Согласована	кафедры АТЭС	18.05.2023	№23	_____ Зав.каф., д.х.н., профессор Чичирова Н.Д.
Согласована	Учебно-методический совет института	30.05.2023	№9	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет института	30.05.2023	№9	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.

**Рецензия на рабочую программу и оценочные материалы по дисциплине**  
**«Б1.В.ДЭ.01.04.02 Технология обработки воды на ТЭС и АЭС»**

Содержание РПД и ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и учебному плану.

*(Код и наименование направления подготовки)*

РПД и ОМ соответствуют требованиям, предъявляемым к структуре, содержанию РПД и ОМ по дисциплине, а именно:

1. Перечень формируемых компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО и профстандарту, будущей профессиональной деятельности выпускника.

2. Структура и содержание дисциплины соответствует учебному плану.

3. РПД содержит информацию об учебно-методическом, информационном и материально-техническом обеспечении дисциплины; об особенностях организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов и методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

4. Показатели и критерии оценивания компетенций в ОМ, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки результатов обучения, уровней сформированности компетенций.

5. Контрольные задания и иные материалы оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определённости, однозначности, надёжности, а также соответствуют требованиям к составу и взаимосвязи оценочных средств, полноте по количественному составу оценочных средств и позволяют объективно оценить результаты обучения, уровни сформированности компетенций.

6. Направленность РПД и ОМ по дисциплине соответствует целям ОП по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профстандартам.

**Заключение.** На основании проведенной экспертизы можно сделать заключение, что РПД и ОМ по дисциплине соответствует требованиям ФГОС ВО, профессионального стандарта, современным требованиям рынка труда и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Рецензент

Кожарин Н.Ю. начальник ПТО филиала АО «Татэнерго» Казанская ТЭЦ-1

(Фамилия И.О., место работы, должность, ученая степень) личная подпись

Дата 05.06.2023

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью является освоения дисциплины Б1.В.ДЭ.01.04.02 «Технология обработки воды на ТЭС и АЭС» является изучение основных методов подготовки воды на тепловых электрических станциях, а так же процессов очистки сточных вод на тепловых электростанциях. Задачами дисциплины является:

- способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовностью использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- готовность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способность привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

- способность и готовность анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;

- готовностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования элементов оборудования и объектов деятельности в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации;

- способностью к организации рабочих мест, их технического оснащения, размещению технологического оборудования в соответствии с технологией производства, нормами техники безопасности и производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда;

- способность использовать знания фундаментальных разделов естественнонаучного и профессионального циклов дисциплин для понимания физической сущности процессов, протекающих в объектах основного и вспомогательного оборудования тепловых электростанций;

- способностью применять природоохранные технологии на тепловых электростанциях.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Профессиональные компетенции (ПК)		

ПК-1 Способен проводить расчеты по типовым методикам, участвовать в проектировании технологического оборудования котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	ПК-1.4 Выбирает оборудование, трубопроводы и арматуру котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций	<p><i>Знать:</i> Знать номенклатуру и технические характеристики современного оборудования, применяемого на ТЭС на стадии водоподготовки, а также арматура и материалы.</p> <p><i>Уметь:</i> Уметь выбирать оборудования химводоподготовки, для бесперебойной работы тепловой станции.</p> <p><i>Владеть:</i> Владеть навыками выбора оборудования и арматуры, уточнение диаметров трубопроводов по полученным данным</p>
---	--	---

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Технологии обработки воды на ТЭС относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Предшествующие дисциплины(модули), практики, НИР: Технология воды и топлив на объектах теплоэнергетики, Химия в теплоэнергетике. Последующие дисциплины (модули), практики, НИР: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		8
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	43	43
Лекционные занятия (Лек)	16	16
Лабораторные занятия (Лаб)	8	8
Практические занятия (Пр)	16	16
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	48	48
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет с оценкой)	17	17
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	ЗаО	ЗаО

Таблица для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		4
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	108	108
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ,</b> в том числе:	18,5	18,5
Лекционные занятия (Лек)	6	6
Лабораторные занятия (Лаб)	4	4
Практические занятия (Пр)	4	4
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	4	4
Контактные часы во время аттестации (КПА)	0,5	0,5
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):</b>	85,5	85,5

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС								Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе	
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена						Итого
<b>Раздел 1. 1. Значение водоподготовки на тепловых электрических станциях</b>															
1. Введение. Технологии обработки воды на тепловых электрических станциях.	8	2	2			6				10	ПК-1.4 -31, ПК-1.4 -У1	Л1.8, Л2.9, Л1.1, Л2.8, Л2.4	Образец рабочей тетради		3
<b>Раздел 2. 2. Примеси природных вод и технологические показатели</b>															

2. Примеси природных вод. Генезис примесей	8	2	2	2	5					11	ПК-1.4 -31, ПК-1.4 -У1	Л1.1, Л2.1, Л1.3, Л1.5, Л2.5, Л1.8, Л1.4, Л2.3, Л2.4	Образец рабочей тетради		3
Раздел 3. 3. Удаление из воды грубодисперсных и коллоидных примесей															
3. Удаление из воды грубодисперсных и коллоидных примесей	8	2	2		4					8	ПК-1.4 -31, ПК-1.4 -У1	Л1.1, Л2.1, Л2.6, Л2.7	Образец рабочей тетради		3
Раздел 4. 4. Известкование и магниезальное обескремнивание воды															

4. Известкование и магниезальное обескремнивание воды	8	2	2	2	4					10	ПК-1.4 -31, ПК-1.4 -У1	Л1.1, Л2.1, Л1.3, Л1.5, Л2.4, Л2.6, Л1.8, Л2.8	Образец рабочей тетради		3
Раздел 5. 5. Физико-химические основы ионного обмена															
5. Физико-химические основы ионного обмена	8	1	2		5	1				9	ПК-1.4 -31, ПК-1.4 -У1	Л1.8, Л1.7, Л2.4, Л1.1, Л2.8, Л2.7, Л2.10 , Л2.11	Образец рабочей тетради  КнтР №1		19
Раздел 6. 6. Технология ионообменной очистки воды															
6. Технология ионообменной очистки воды	8	2	2	2	5					11	ПК-1.4 -31, ПК-1.4 -В1, ПК-1.4 -У1	Л1.8, Л1.1, Л2.3, Л1.3, Л1.5, Л2.5, Л2.4, Л2.8	Образец рабочей тетради		3
Раздел 7. 7. Удаление из воды растворенных газов.															
7. Методы удаления газов из воды	8	2	2		5					9	ПК-1.4 -31, ПК-1.4 -У1	Л1.5, Л2.4, Л1.1, Л2.2	Образец рабочей тетради		3

Раздел 8. 8. Очистка сточных вод на тепловых электростанциях															
8. Очистка сточных вод	8	1	1	2		5	1				10	ПК-1.4-31, ПК-1.4-У1, ПК-1.4-В1	Л1.8, Л1.1, Л2.3, Л1.3, Л1.5, Л2.4, Л2.5, Л2.8, Л2.11	Образец рабочей тетради КНТР №2	19
Раздел 9. 9. Мембранные методы в энергетике															
9. Мембранные методы в энергетике.	8	2	1			9				1	13	ПК-1.4-31, ПК-1.4-У1, ПК-1.4-В1	Л1.8, Л1.1, Л1.6, Л2.8, Л2.12, Л1.2,	Образец рабочей тетради	3
Промежуточная аттестация (экзамен)															40

<b>ИТОГО</b>		16	16	8		48	2	17	1	108				Эк	100
--------------	--	----	----	---	--	----	---	----	---	-----	--	--	--	----	-----

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Введение в дисциплину. Основные термины. История развития	2
2	Характеристика водоисточников. Основные критерии пригодности для использования в промышленной деятельности	2
3	Характеристики примесей в воде. Теоретическая методология очистки воды	2
4	Характеристика методов очистки. История развития на территории РФ и в странах ближнего зарубежья	2
5	Традиционная система подготовки воды комбинированными методам	1
6	Определение основных характеристик качества воды на каждой стадии очистки	2
7	Применение баромембранных технологий очистки как альтернативных.	2
8	Сравнительный анализ физических и химических методов очистки	1
9	Современные технологии очистки сточных вод	2
	Всего	16

### 3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Расчет ионной силы раствора	2
2	Определение ионного состава воды, расчет основных параметров	2
3	Расчет процесса осветления, удаление взвешенных частиц	2
4	Расчет дозировок реагентов, применяемых в процессе предварительной очистки воды	2
5	Расчет механического фильтра	2
6	Расчет Н-катионитового фильтра. параметры работы.	2
7	Расчет деаэратора. химические способы удаления газов	2
8	Расчет аппаратов, применяемых для очистки сточных вод	1
9	Расчет установки обратного осмоса	1
Всего		16

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер раздела дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час.
1	Определение кальциевой и магниевой жесткости воды титриметрическим способом	2
2	Определение соединений железа турбидиметрическим способом.	2
3	Определение ХПК с применением титриметрических методов	2
4	Определение агрессивности сточных вод ТЭС	2
Всего		8

### 3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Выполнение домашнего задания	Обращение воды в рабочем цикле тепловой электростанции. Вода как технологическое сырье для регенерации пара, как теплоноситель в тепловых сетях и охладитель в конденсаторах турбин	6
2	Примеси и способы очистки от них.	Генезис примесей. Классификация примесей. Методы очистки. Поиск патентов и научных статей	5
3	Коагуляция	Факторы, влияющие на эффективность процессов коагуляции. Коагулирующие реагенты и процессы, происходящие при введении их в воду. Технологические схемы коагуляции воды	4

4	Фильтры. Их применение в водоподготовке	Основы теории работы фильтрующего слоя. Фильтрующие материалы и их характеристики. Классификация осветлительных фильтров	4
5	Ионнообменные материалы	Полная и рабочая обменные емкости ионообменного материала. Регенерация отработанного ионита.	5
6	Ионнообменные реакции	Реакции, протекающие при катионировании воды и регенерации отработанного катионита. Влияние качества исходной воды и режима регенерации на эффект умягчения	5
7	Регенерация фильтров	Технология регенерации ФСД. Особенности конструкции ФСД.	5
8	Декарбонизаторы	Конструкции декарбонизаторов. Термическая деаэрация. Эффективность термической деаэрации.	5
9	Баромембранные процессы	Обратный осмос и ультрафильтрация	9
Всего			48

#### 4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии: лекции в сочетании с практическими занятиями с и с лабораторными работами, самостоятельное изучение определённых разделов и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: (групповые дискуссии, анализ ситуаций и имитационных моделей, работа в команде, case-study, преподавание дисциплины на основе результатов научных исследований с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей и т.п.

В образовательном процессе используются:

- Дистанционные курсы (ДК), размещенные на площадке LMS Moodle, URL://lms.kgeu.ru/; Ссылка на курс <https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=707>
- Электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов электронного университета КГЭУ, URL:<http://e.kgeu.ru/>.

#### 5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, включает: контрольные работы, защиты письменных домашних заданий.

Итоговой оценкой результатов освоения дисциплины является оценка, выставленная во время промежуточной аттестации обучающегося (зачет с оценкой) с учетом результатов текущего контроля успеваемости. Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой проводится письменно по билетам. На зачет с оценкой выносятся преимущественно задания теоретического характера. Билет содержит 2 теоретических вопроса. На экзамен выносятся теоретические задания, проработанные в течение семестра на учебных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Экзаменационные билеты содержат два теоретических задания.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

Характеристика сформированности компетенции (индикатора)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных)	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практи-	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для
--	---	--	--	--

достижения компетенции)	задач	ческих (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	стандартных практических (профессиональных) задач	решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

### Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-1	ПК-1.4	Знать				
		Номенклатура и технические характеристики современного оборудования, применяемого на ТЭС на стадии водоподготовки, также арматура и материалы.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		Уметь				

		Выбор оборудования химводоподготовки, для бесперебойной работы тепловой станции.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
Владеть						
		Выбор оборудования и арматуры Уточнение диаметров трубопроводов по полученным данным	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Копылов А. С., Лавыгин В. М., Очков В. Ф.	Водоподготовка в энергетике	учебное пособие для вузов	М.: МЭИ	2003		51

2	Бочков Ю. Г., Горяинова Г. П., Игнатьева А. М.	Сборник лабораторных работ по общей химии	лабораторные работы	М.: МЭИ	1970		191
3	Кулешов В. Н., Меньшиков В. Л., Морыганова Ю. А., Очков В. Ф., Федосеев Б. С.	Химический анализ в теплоэнергетике : титриметрический и гравиметрический методы анализа	производственно - практическое издание	М.: МЭИ	2004		25
4	Копылов А. С., Очков В. Ф., Чудова Ю. В.	Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программированные расчеты	учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2016	<a href="https://e.lanbook.com/book/72274">https://e.lanbook.com/book/72274</a>	1
5	Чичирова Н. Д., Власов С. М.	Баромембранные технологии в энергетике	монография	Казань: КГЭУ	2011		7
6	Чиж В. А., Карницкий Н. Б., Нерезько А. В.	Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС	учебное пособие	Минск: Вышэйшая школа	2010	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?productid=338917">https://ibooks.ru/reading.php?productid=338917</a>	1
7	Волжинский А. И., Константинов В. А.	Регенерация ионитов. Теория процесса и расчет аппаратов		Л.: Химия	1990		25
8	Фрог Б. Н., Левченко А. П.	Водоподготовка	учебное пособие для вузов	М.: АСВ	2007		10
9	Воронов Ю. В., Яковлев С. В., Воронов Ю. В.	Водоотведение и очистка сточных вод	учебник для вузов	М.: АСВ	2006		11
10	Копылов А. С., Лавыгин В. М., Очков В. Ф.	Водоподготовка в энергетике	учебное пособие для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2006		97

### Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Гайнуллина Л. Р., Чичирова Н. Д.	Водоподготовка на тепловых электрических станциях	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2008		5
2	Чичирова Н. Д., Смирнов А. Ю.	Водоподготовка	программа, метод. указания и контр. задания для студентов заочной формы обучения	Казань: КГЭУ	2009		5
3	Чичирова Н. Д., Чичиров А. А., Вафин Т. Ф.	Электромеханические технологии в энергетике	монография	Казань: КГЭУ	2012		7
4	Чичирова Н. Д., Волков М. А., Шагиев Н. Г., Бускин Р. В., Паймин С. С., Залялов Р. Р., Коровкин А. А.	Тепловые и атомные электрические станции	метод. указания к выполнению лаб. работ на компьютерном тренажере конденсационного энергоблока мощностью 300 МВт	Казань: КГЭУ	2009		5
5	Белан Ф. И.	Водоподготовка		М.-Л.: Госэнергоиздат	1963		10
6	Громогласов А. А., Копылов А. С., Пильщиков А. П., Мартынова О. И.	Водоподготовка: процессы и аппараты	учебное пособие для вузов	М.: Энергоатомиздат	1990		114
7	Мартынова О. И., Никитин А. В., Очков В. Ф.	Водоподготовка: Расчеты на персональном компьютере	производственное-практическое издание	М.: Энергоатомиздат	1990		55

8	Чиж В. А., Карницкий Н. Б., Нерезько А. В., Криксина Е. Н.	Водоподгот овка и водно - химические режимы ТЭС и АЭС. Лабораторн ый практикум	учебное пособие	Минск: Вышэйшая школа	2012	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?productid=27675">https://ibooks.ru/reading.php?productid=27675</a>	1
9	Гайнуллина Л. Р., Чичирова Н. Д.	Водоподгот овка на тепловых электрическ их станциях	учебное пособие для студентов- заочников	Казань: КГЭУ	2008		74

## 6.2. Информационное обеспечение

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>
2	Web of Science	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>
3	Scopus	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>
4	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
5	Электронная библиотека диссертаций (РГБ)	<a href="http://diss.rsl.ru">diss.rsl.ru</a>	<a href="http://diss.rsl.ru">diss.rsl.ru</a>

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	

### 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Беспечно

2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право.
3	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	просмотра файлов формата PDF Свободная лицензия Неискл. право.
4	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа А-413	доска аудиторная, моноблок, телевизор, учебный макет Нижнекамской ТЭЦ, компьютер в комплекте с монитором, фотоколориметр КФК-3-01, установка для исследования надежности работы конструктивных материалов
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации А-417	доска аудиторная, проектор, моноблок (13 шт.), камера IP, микрофон
3	Лабораторные работы	Лаборатория «Физико-химическая» Г-312	доска аудиторная

## 8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения

справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на

традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

## Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит
1	2	3	4	5	6
1	3.3	28.03.2024	<p>1. Введение в дисциплину. Основные термины. История развития</p> <p>Характеристика водоисточников.</p> <p>2. Основные критерии пригодности для использования в промышленной деятельности</p> <p>3. Характеристики примесей в воде. Теоретическая методология очистки воды</p> <p>4. Характеристика методов очистки. История развития на территории РФ и в странах ближнего зарубежья</p> <p>5. Традиционная система подготовки воды комбинированными методами</p> <p>6. Определение основных характеристик качества воды на каждой стадии очистки</p> <p>7. Применение баромембранных технологий очистки как альтернативных.</p> <p>8. Сравнительный анализ физических и</p>		

			химических методов очистки 9. Современные технологии очистки сточных вод		
2	3.5	28.03.2024	1. Определение кальциевой и магниевой жесткости воды титриметрическим способом 2. Определение соединений железа турбидиметрическим способом. 3. Определение ХПК с применением титриметрических методов 4. Определение агрессивности сточных вод ТЭС		



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
**по дисциплине**

Б1.В.ДЭ.01.04.02 Технология обработки воды на ТЭС и АЭС  
*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

---

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
*(Код и наименование направления подготовки)*

Квалификация

Бакалавр

*(Бакалавр / Магистр)*

---

Оценочные материалы по дисциплине Б1.В.ДЭ.01.04.02 «Технология обработки воды на ТЭС и АЭС» предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

### 1. Технологическая карта

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1-4</b>	<b>ТК1</b>	<b>20</b>	<b>0-10</b>					<b>20-30</b>	
Письменный ответ		10							
Отчет по самостоятельной работе		10							
<b>Раздел 5-9</b>	<b>ТК2</b>				<b>20</b>	<b>0-10</b>		<b>20-30</b>	
Письменный ответ					10				
Отчет по самостоятельной работе					10				
<b>Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)</b>	<b>ОМ 1</b>								<b>0-40</b>
Задание промежуточной аттестации									0-40

### 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-1	ПК-1.4	Знать				

	Номенклатура и технические характеристики современного оборудования, применяемого на ТЭС на стадии водоподготовки, также арматура и материалы.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
Уметь					

	Выбор оборудования химводоподготовки, для бесперебойной работы тепловой станции.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
Владеть					
	Выбор оборудования и арматуры Уточнение диаметров трубопроводов по полученным данным	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки

*Оценка «отлично» выставляется за выполнение самостоятельных работ; отличное выполнение контрольных работ, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка «хорошо» выставляется за выполнение самостоятельных работ; выполнение контрольных работ, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);

Оценка «удовлетворительно» выставляется за выполнение самостоятельных работ; выполнение контрольных работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за слабое и неполное выполнение самостоятельных работ в семестре и невыполнение контрольных заданий

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Опрос по самостоятельно й работе	Оценка знаний по ключевым знаниям разделов дисциплины	Обращение воды в рабочем цикле тепловой электростанции. Вода как технологическое сырье для регенерации пара, как теплоноситель в тепловых сетях и охладитель в конденсаторах турбин Генезис примесей. Классификация примесей. Методы очистки. Поиск патентов и научных статей Факторы, влияющие на эффективность процессов коагуляции. Коагулирующие реагенты и процессы, происходящие при введении их в воду. Технологические схемы коагуляции воды Основы теории работы фильтрующего слоя. Фильтрующие материалы и их характеристики. Классификация осветлительных фильтров Полная и рабочая обменные емкости ионообменного материала. Регенерация отработанного ионита. Реакции, протекающие при катионировании воды и регенерации отработанного катионита. Влияние качества исходной воды и режима регенерации на эффект умягчения Технология регенерации ФСД. Особенности конструкции ФСД. Конструкции декарбонизаторов. Термическая деаэрация. Эффективность термической деаэрации. Обратный осмос и ультрафильтрация
Контрольная	Выполнение контрольных работ	Комплект задач и заданий по

**4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК1:**

1. Определить производительность ВПУ в период работы на резервном топливе (мазут), если суммарная паропроизводительность котлов 2256 т/ч, продувка котлов составляет 2,5%, сжигается 350 т/ч мазута. На ближайший завод передается 50 т/ч пара без возврата.

2. Определить водородный показатель раствора

$\text{NaNO}_3$  0.01 М,

$\text{HCl}$  0,02 М,

$\text{H}_2\text{SO}_4$  0.01 М

3. На какой стадии очистки применяется коагулянт, дайте определение

**Для текущего контроля ТК2:**

**1. На каком принципе основывается методика выполнения определения жесткости исходных, коагулированных, обессоленных, питательных вод, а также конденсата пара, котловых и теплофикационных вод:**

А) на фотоколориметрическом определении ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$

Б) на комплексонометрическом титровании вод раствором трилона Б с заданной концентрацией и колориметрическом методе

В) на комплексонометрическом титровании вод раствором  $\text{HCl}$  с концентрацией 0,05 моль/дм<sup>3</sup>

**2. Какие средства измерений, вспомогательное оборудование и посуда необходимы для выполнения данной методики**

А) ГСО раствора трилона Б; колбы мерные, бюретки.



Б) ГСО  $\text{NaOH}$ , рН-метр, пипетки



В) мурексид, бюретки, ГСО раствора трилона Б



**3. При выполнении определения жесткости воды должны быть соблюдены следующие условия**

А) должна быть соблюдена техника безопасности, техника пожарной безопасности

Б) должна соблюдаться только техника пожарной безопасности

В) помимо техники безопасности и техники пожарной безопасности необходимо руководствоваться требованиями выполнения анализа, а также условиями отбора и хранения проб.

**4. Какой срок хранения индикаторов, используемых в данной методике (эриохром черный Т и кислотный хром темно-синий)**

А) 1 месяц

Б) 1 год

В) использовать в день приготовления

**5. Как подбирается концентрация раствора трилона Б, используемого для титрования.**

- А) выбор концентрации трилона Б никак не влияет на определение жесткости воды
- Б) концентрация трилона Б подбирается согласно ожидаемому значению жесткости
- В) концентрация трилона Б по данной методике стандартна для всех определений 0,05 моль/дм<sup>3</sup>

**6. Какие элементы оказывают мешающее влияние на определение жесткости воды**

- А) хлор, серебро, железо
- Б) марганец, алюминий, железо
- В) азот, сера, аммиак.

**7. По какой формуле рассчитывают жесткость воды**

А) 
$$Ж = \frac{V_{трБ} * C_{трБ} * 1000}{V_{пр}}$$

Б) 
$$Ж = \frac{V_{трБ} * C_{трБ} * 1000}{2V_{пр}}$$

В) 
$$Ж = \frac{V_{трБ} * C_{трБ} * 1}{V_{пр}}$$

**8. На чем основывается визуально-колориметрический метод определения жесткости**

- А) Метод основан на переводе всех видов жёсткости в магниевую, введении магниевого комплекса этилендиаминтетрауксусной кислоты и образовании окрашенного комплекса магния с индикатором
- Б) метод основан на переводе временной жесткости в магниевую, введении дополнительного индикатора и сравнении по шкале имитаторов
- В) метод основан на образовании окрашенного комплекса с этилендиаминтетрауксусной кислоты

**9. Какие условия должны быть соблюдены при обработке результатов визуально-колориметрическим методом?**

- А) провести проверку приемлемости результатов полученных в условиях воспроизводимости и повторяемости
- Б) оформление результатов измерений согласно методическим указаниям
- В) проверка качества результатов анализа по методическим указаниям

Г) Все перечисленные условия должны соблюдаться

**Для промежуточной аттестации:**

№ 1 «Значение водоподготовки тепловых электростанций»

№ 2 «Методы обработки воды на тепловых электростанциях»

№ 3 «Типы тепловых электростанций»

№ 4 «Потери пара и конденсата»

№ 5 «Выбор водоисточника и производительности ВПУ»

№ 6 «Природные воды. Показатели качества природных вод». «Примеси природных вод»

№ 7 «Характеристика примесей природных вод»

№ 8 «Показатели качества воды»

№ 9 «Физико-химические основы и технологические схемы коагуляции воды».

«Предварительная очистка воды»

№ 10 «Коагуляция коллоидных примесей»

№ 11 «Известкование, магниальное обескремнивание и содирование воды»

№ 12 «Фильтрование воды»

№ 13 «Обработка воды методом ионного обмена»

№ 14 «Ионообменные материалы и их характеристики»

№ 15 «Технология ионного обмена»

№ 16 «Оборудование ионообменной части ВПУ»

№ 17 «Схемы ионообменной части ВПУ»

№ 18 «Эксплуатация ионообменных установок»

№ 20 «Десорбция газов из воды»

№ 21 «Химические методы удаления газов из воды»

№ 22 «Метод термического обессоливания воды». «Термическое обессоливание в испарителях кипящего типа»

№ 23 «Получение дистиллята в испарителях мгновенного вскипания»

№ 24 «Качество дистиллята испарителей»

№ 25 «Схемы испарительных и паропреобразовательных установок»

№ 26 «Водный режим испарительных установок»

№ 27 «Методы предотвращения накипеобразования в испарителях»

№ 28 «Безреагентные методы подготовки воды в схемах ВПУ». «Общие положения»

№ 29 «Физико-химический основы баромембранных методов»

«Обратный осмос и ультрафильтрации и нанофильтрация»

№ 30 «Развитие и производство баромембранных материалов»

№ 31 «Баромембранные аппараты»

№ 32 «Применение баромембранных методов очистки воды на ТЭС»

№ 33 «Расчет технологических схем обратноосмотических установок»

---