

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Парлюк Елизавета Сергеевна

Должность: И.о. директора Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 2023-06-28 11:47:24

Уникальный программный ключ:

7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики им. В.П. Горячкина

Кафедра «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий»

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора Института механики и  
энергетики им. В.П. Горячкина

*Парлюк Е.П.* Парлюк Е.П.

«28» 06 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.01.01. Основы водоподготовки**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность: Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения: очная


Год начала подготовки: 2023

Москва, 2023

Разработчик: Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент

  
« 27 » 06 2023 г.

Рецензент: Стушкина Н.А., к.т.н., доцент

  
« 27 » 06 2023 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника.

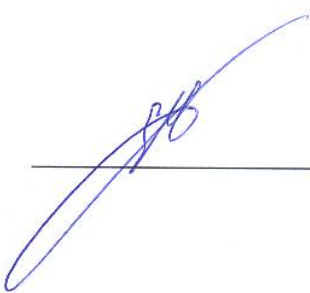
Программа обсуждена на заседании кафедры «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий» протокол № 13 от « 27 » 06 2023 г.

И.о.зав. кафедрой Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент


  
« 27 » 06 2023 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии ИМиЭ им. В.П. Горячкина академик РАН, д.т.н., профессор Дидманидзе О.Н.  
Протокол № 13 от «28» июня 2023 г.



И.о.заведующего выпускающей кафедры «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий» Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент

  
« 28 » 06 2023 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	4
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	4
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	5
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	7
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	7
ПО СЕМЕСТРАМ .....	7
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ .....	10
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	14
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	16
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	16
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	23
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	24
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	24
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	24
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	25
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	25
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	25
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b> .....	26
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> ..	26
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	27
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	27

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины  
Б1.В.01.01. – Основы водоподготовки  
для подготовки бакалавров по направлению  
13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

направленности – Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы

**Целью освоения дисциплины** «Основы водоподготовки» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области водоподготовки, организации монтажа, наладка, эксплуатации энергетического и теплотехнологического оборудования, в том числе с применением современных цифровых технологий и инструментов, позволяющих анализировать и оптимизировать работу оборудования.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть профессионального модуля по направленности (профилю) «Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы» направления 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируется следующая компетенция (индикаторы достижения компетенции): ПКос-1.1; ПКос-1.2.

**Краткое содержание дисциплины:** Общая характеристика воды и водоподготовка. Основные показатели качества воды. Способы улучшения и технологические схемы очистки воды. Предварительная очистка воды. Использование отстойников в системах водоподготовки. Расчет горизонтального отстойника. Технология фильтрования. Конструкции фильтров. Расчет фильтров различных типов конструкции для очистки воды. Обработка воды методом ионного обмена. Опреснение и обессоливание воды. Мембранные методы обработки воды. Обезжелезивание воды. Обеззараживание воды. Стабилизация воды. Подготовка воды для теплосиловых установок. Выбор схемы водоподготовки для водогрейных и паровых котлов.

**Общая трудоемкость дисциплины:**

108 (в том числе практическая подготовка 4 ч.) / 3 (часы/зач. ед.)

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы водоподготовки» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области водоподготовки, организации монтажа, наладка, эксплуатации энергетического и теплотехнологического оборудования, в том числе с применением современных цифровых технологий и инструментов, позволяющих анализировать и оптимизировать работу оборудования.

### 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Основы водоподготовки» включена в вариативную часть профессионального модуля по направленности (профилю) «Энергообеспечение предприятий». Дисциплина «Основы водоподготовки» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника.

Предшествующими курсами на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы водоподготовки» являются: математика (1,2 курсы 1 - 3 семестры), физика (1, 2 курсы 2, 3 и 4 семестры), химия (1 курс 2 семестр).

Дисциплина «Основы водоподготовки» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: тепломассообменное оборудование предприятий (4 курс, 8 семестр), источники и системы теплоснабжения предприятий (3-4 курсы 6 и 7 семестры).

Особенностью дисциплины является не только ее теоретическое, но прикладное значение при подготовке бакалавров данного профиля.

Рабочая программа дисциплины «Основы водоподготовки» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикатора достижения компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-1.1	Способен осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий с использованием цифровых технологий	ПКос-1.1 Демонстрирует знания режимов, методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования	основные показатели качества воды, способы, методы и технологические схемы очистки воды для основного энергетического и тепло-технологического оборудования.	определять способ и последовательность выполнения работ по подготовке воды для тепло-технологического оборудования, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Excel, Mathcad, Google и др.)	навыками выполнения работ по подготовке воды для тепло-технологического оборудования.
			ПКос-1.2 Осуществляет выполнение работ по повышению эффективности энергетического и теплотехнологического оборудования	требования к качеству подготовке воды для тепло-технологического оборудования.	осуществлять контроль качества воды для энергетического и тепло-технологического оборудования, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Excel, Mathcad, Google и др.)	навыками организации работ по эксплуатации технологического оборудования подготовки воды для тепло-технологического оборудования

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ в семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость
	5 семестр, час. Всего/в т.ч. практ.подг.
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>108/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>66,35/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>66,35/4</b>
<i>в том числе:</i>	
<i>лекции (Л)</i>	34
<i>лабораторные работы</i>	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	16/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>41,65</b>
<i>Расчетно-графическая работа</i>	10
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)</i>	22,65
<i>Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)</i>	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего/*	ЛР	ПКР	
Введение	4	2	–	–	–	2
Раздел 1. Основные показатели качества воды. Оценка качества природных вод.	14	6	2	2	–	4
Раздел 2. Способы улучшения и технологические схемы очистки воды	64/4	20	14/4	10	–	20
Раздел 3. Подготовка воды для тепловых установок.	25,65	6	–	4	–	15,65
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	–	–	–	0,35	–
<b>Всего за 5 семестр</b>	<b>108/4</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>0,35</b>	<b>41,65</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108/4</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>0,35</b>	<b>41,65</b>

\* в том числе практическая подготовка

<i>Раздел</i>	<i>Тема</i>	<i>Перечень рассматриваемых вопросов</i>
Введение		Применение воды в технике. «Водоподготовка», основные понятия и определения.
1. Основные показатели качества воды. Оценка качества природных вод.	Общая характеристика природной воды	Общая характеристика природной воды. Состав примесей природных вод. Классификация источников водоснабжения, природных вод и их примесей
	Основные показатели качества воды	Основными показателями, определяющими пригодность воды для различных категорий водопотребителей. Качество воды. Нормативные документы, в соответствии с требованиями которых осуществляется контроль качества воды для различных потребителей.
	Требования к качеству воды и стоков энергетических, промышленных и бытовых потребителей	Промышленное водоиспользование, качество воды, используемой для промышленного водоснабжения. Хозяйственно-бытовое водоснабжение, сточные воды.
2. Способы улучшения и технологические схемы очистки воды	Основные методы обработки воды. Технологические схемы очистки воды	Обработка воды. Классификация методов обработки воды. Способы улучшения качества воды.
		Классификация основных технологических схем. Реагентные и безреагентные, схемы глубокого и неглубокого осветления, одно-, двух- и многопроцессорные, безнапорные (самотечные) и напорные технологические схемы очистки воды.
	Физико-механические методы очистки воды	Предварительная очистка воды. Коагуляция; флокуляция; осаждение; осветление; фильтрование; флотация; адсорбция. Ионный обмен. Магнитная, электромагнитная и ультразвуковая обработка воды. Принцип действия, применяемые схемы.
	Обработка воды методом ионного обмена	Методы и схемы обработки воды. Устройство ионитных фильтров. Характеристика используемых ионообменных материалов.
	Электрохимические методы обработки воды.	Классификация электрохимических методов. Электрокоагуляция. Электродиализ.
	Опреснение и обессоливание воды	Опреснение и обессоливание воды дистилляцией. Ионный и мембранный методы опреснения и обессоливания воды.
	Баромембранные методы водоподготовки	Обратный осмос, микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация.
	Умягчение воды	Классификация методов умягчения. Реагентные методы умягчения. Умягчение воды катионированием. Термический метод.



	Обезжелезивание и деманганация воды	Характеристика железосодержащих вод. Методы обезжелезивания. Технологии безреагентного обезжелезивания воды. Технологические схемы реагентного обезжелезивания воды. Деманганация воды.
	Фторирование и обесфторивание воды.	Фторирование и обесфторивание воды. Технологии фторирования и обесфторивания воды.
3. Подготовка воды для теплосиловых установок.	Виды и причины зарастания труб и оборудования, стабильность воды	Виды и причины зарастания труб и оборудования. Удаления агрессивных газов. Определение стабильности воды. Влияние стабильности на воды на накипеобразование, коррозию, микробиологическое обрастание труб. Методы стабилизационной водообработки. Обработка воды для предотвращения отложений карбоната кальция.
	Подготовка воды для теплосиловых установок.	Водно-химический режим тепловых сетей. Источники загрязнения воды тепловых сетей окислами железа. Требования к качеству воды, добавляемой в теплосети, и к сетевой воде, циркулирующей в них. Особенности выбора схем водоподготовки для тепловых сетей.
	Особенности использования морской воды на ТЭЦ	Состав и свойства морской воды, методы ее опреснения. Основные направления использования морской воды в цикле ТЭЦ.

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов из них практическая подготовка
1.	<b>Введение</b> (Лекция № 1)		ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)		2
	<b>Раздел 1. Основные показатели качества воды. Оценка качества природных вод.</b>				
	Тема 1. «Общая характеристика природной воды».	Лекция № 2. Общая характеристика природной воды.	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)		2
		Лабораторная работа № 1 «Основные физические свойства жидкостей»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)	защита лабораторной работы	2
	Тема 2. «Основные показатели качества воды»	Лекция № 3. Основные показатели качества воды.	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)		2
		Практическое занятие № 1 «Основные показатели качества воды».	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)	защита практической работы	2
Тема 3. «Требования к качеству воды и стоков энергетических, промышленных и бытовых потребителей»	Лекция № 4. Требования к качеству воды и стоков энергетических, промышленных и бытовых потребителей.	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)		2	
2.	<b>Раздел 2. Способы улучшения и технологические схемы очистки воды</b>				
	Темы 4. «Основные методы обработки воды. Технологические схемы очистки воды»	Лекция № 5-6 «Основные методы обработки воды. Технологические схемы очистки воды»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)		4
		Лабораторная работа № 2 «Изучение основных методов обработки воды и технологических схем ее очистки»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)	защита лабораторной работы	2/2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов из них практическая подготовка
	стики воды»				
	Тема 5. «Физико-механические методы очистки воды».	Лекция № 7. «Физико-механические методы очистки воды»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)		2
		Лабораторная работа № 3 «Изучение конструкции отстойников в системах водоподготовки. Расчет основных параметров горизонтального отстойника» с использованием Excel или Mathcad.	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)	защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 4 «Изучение технология фильтрования и конструкций фильтров».	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)	защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 5 «Изучение конструкции и расчет основных параметров гидроциклонов различных типов» с использованием Excel или Mathcad.	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)	защита лабораторной работы	2
		Практическое занятие № 2 «Адсорбционный метод очистки сточных вод. Расчет адсорбера с неподвижным слоем загрузки»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)	защита практической работы	2
		Практическое занятие № 3. «Флотационный метод очистки сточных вод. Расчет напорного флотатора»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)	защита практической работы	2
		Лабораторная работа № 6. «Изучение озонаторной установки, расчет ее основных параметров и степени очистки воды»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)	защита лабораторной работы	2
		Тема 6. «Обработка воды методом ионного обмена»	Лекция № 8. «Обработка воды методом ионного обмена»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)	
		Практическое занятие № 4 «Ионитное обессоливание воды. Расчет катионитного и анионитного фильтров первой ступени»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)	защита практической работы	2
	Тема 7. «Электрохимические	Лекция № 9. «Электрохимические методы обработки воды.	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов из них практическая подготовка
	методы обработки воды»	Лабораторная работа № 7 «Изучение способа обработки воды методом электродиализа»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)	защита лабораторной работы	2
	Тема 8. «Опреснение и обессоливание воды»	Лекция № 10. «Опреснение и обессоливание воды».	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)		2
		Практическое занятие № 5. «Обработки воды методом электродиализа. Расчет электродиализной установки»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)	защита практической работы	2
	Тема 9. «Баромембранные методы водоподготовки»	Лекция № 11. «Баромембранные методы водоподготовки»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)		2
		Лабораторная работа № 8. «Изучение способа очистки воды обратноосмотическим методом»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)	защита лабораторной работы	2
	Тема 10. «Умягчение воды»	Лекция № 12. «Умягчение воды»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)		2
		Практическое занятие № 6. «Обратноосмотический способ очистки воды. Расчет мембраны»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)	защита практической работы	2
	Тема 11. «Обезжелезивание и деманганация воды»	Лекция № 13. «Обезжелезивание и деманганация воды»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)		2
	Тема 12. «Фторирование и обесфторивание воды»	Лекция № 14. «Фторирование и обесфторивание воды»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)		2
3.	<b>Раздел 3. Подготовка воды для теплосиловых установок.</b>				
	Тема 13. «Виды и причины зарастания труб и оборудования, стабильность воды»	Лекция № 15. «Виды и причины зарастания труб и оборудования, стабильность воды»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)		2
		Практическое занятие № 7 «Стабилизация воды»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)	защита практической работы	2
Тема 14. «Подготовка воды для	Лекция № 16. «Подготовка воды для теплосиловых установок»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)		2	

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов из них практическая подготовка
	теплосиловых установок»	Практическое занятие № 8 «Водоподготовительные установки для теплоэнергетики	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)	защита практической работы	2/2
	Тема 15. «Особенности использования морской воды на ТЭЦ»	Лекция № 17. «Особенности использования морской воды на ТЭЦ»	ПКос-1 (ПКос-1.1 ПКос-1.2)		2

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	<b>Введение</b>	Характеристика природных источников водоснабжения ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2).
<b>Раздел 1. Основные показатели качества воды. Оценка качества природных вод.</b>		
2.	Тема 1. «Общая характеристика природной воды».	Вода как химическое соединение. Структура водных растворов. ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2).
3.	Тема 2. «Основные показатели качества воды».	Классификация и характеристика примесей природных вод. Влияние примесей на качество воды. Современные методы анализа воды ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2).
4.	Тема 3. «Требования к качеству воды и стоков энергетических, промышленных и бытовых потребителей»	Требования к качеству стоков энергетических, промышленных и бытовых потребителей. ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2).
<b>Раздел 2. Способы улучшения и технологические схемы очистки воды</b>		
5.	Темы 4. «Основные методы обработки воды. Технологические схемы очистки воды»	Современное отечественное и импортное оборудование для очистки воды. Основные критерии для выбора технологической схемы и состава сооружений ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2).
6.	Тема 5. «Физико-механические методы очистки воды».	Конструкции и условия эксплуатации оборудования для предварительной очистки воды ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2).
7.	Тема 6. «Обработка воды методом ионного обмена»	Противоточные ионообменные технологии обработки воды. Особенности зарубежных противоточных технологий. Сравнительная характеристика ионитных и мембранных технологий водоподготовки ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2).
8.	Тема 7. «Электрохимические методы обработки воды».	Современное оборудование, применяемое для электрохимической обработки воды. ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2).

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
9.	Тема 8. «Опреснение и обессоливание воды»	Отечественные и импортные промышленные установки для опреснения и обессоливания воды ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2).
10.	Тема 9. «Баромембранные методы водоподготовки»	Особенности эксплуатации мембранных установок, использующих поверхностную воду ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2).
11.	Тема 10. «Умягчение воды»	Современное оборудование, применяемое для умягчение воды. ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2).
12.	Тема 11. «Обезжелезивание и деманганация воды»	Современное оборудование, применяемое для обезжелезивание и деманганация воды. ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2).
13.	Тема 12. «Фторирование и обесфторивание воды»	Современное оборудование, применяемое для фторирование и обесфторивание воды. ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2).
<b>Раздел 3. Подготовка воды для теплосиловых установок.</b>		
14.	Тема 13. «Виды и причины зарастания труб и оборудования, стабильность воды»	Деманганация воды. Антикоррозийная реагентная обработка нагреваемой воды. Магнитная противонакипная обработка добавочной воды ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2).
15.	Тема 14. «Подготовка воды для теплосиловых установок»	Водный режим паровых котлов. Особенности подготовки воды для водогрейных котлов, работающих на различных видах топлива ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2).
16.	Тема 15. «Особенности использования морской воды на ТЭЦ»	Испарительные установки. Схемы, конструкции испарителей. ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2).

## 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Основы водоподготовки» в совокупности с традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологией обучения используются инновационные технологии.

Согласно учебному плану и графику учебного процесса для организации процесса освоения студентами дисциплины используются следующие формы теоретического и практического обучения:

- *основные формы теоретического обучения:* лекции, консультации, зачет.
- *основные формы практического обучения:* практические работы.
- *дополнительные формы организации обучения:* реферат.
- *информационные:* иллюстрация слайд-презентаций, самостоятельная работа студентов с электронными образовательными ресурсами при подготовке к лекциями и практическим работам;
- *активного обучения:* консультации по сложным, непонятным вопросам; опережающая самостоятельная работа студентов по изучению нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий; работа в команде при выполнении практических работ;
- *интерактивное обучение:* посещение специализированных выставок (экскурсии).

В процессе реализации форм обучения предполагается применение различных методов и средства обучения, соответствующих традиционной и инновационным технологиям.

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)	
1.	Тема 1. «Общая характеристика природной воды».	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
2.	Тема 2. «Основные показатели качества воды».	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практических работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
3.	Тема 3. «Требования к качеству воды и стоков энергетических, промышленных и бытовых потребителей»	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
4.	Темы 4. «Основные методы обработки воды. Технологические схемы очистки воды»	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов. Экскурсия в «Музей воды» Мосводоканала.
5.	Тема 5. «Физико-механические методы очистки воды».	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практических работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов. Экскурсия в «Музей воды» Мосводоканала.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ
6.	Тема 6. «Обработка воды методом ионного обмена»	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практических работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
7.	Тема 7. «Электрохимические методы обработки воды».	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
8.	Тема 8. «Опреснение и обессоливание воды».	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практических работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
9.	Тема 9. «Баромембранные методы водоподготовки»	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде

			при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
10.	Тема 10. «Умягчение воды»	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ПР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практических работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
11.	Тема 11. «Обезжелезивание и деманганация воды»	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
12.	Тема 12. «Фторирование и обесфторивание воды»	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
13.	Тема 13. «Виды и причины зарастания труб и оборудования, стабильность воды»	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ПР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практических работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
14.	Тема 14. «Подготовка воды для теплосиловых установок»	Л	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
		ПР	Иллюстрация слайд-презентаций. Экскурсия на ТЭЦ.
15.	Тема 15. «Особенности использования морской воды на ТЭЦ»	Л	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

При изучении дисциплины «Основы водоподготовки» учебным планом предусмотрена самостоятельная работа студентов в виде расчетно-графической работы.

#### Пример расчетно-графической работы

Рассчитать согласно своему варианту напорный и открытый гидроциклоны, дать их сравнительную характеристику.

#### Вариант № 1

1. Расчет напорного гидроциклона (данные варианта № 1).
2. Расчет открытого гидроциклона (данные варианта № 1).

#### Данные для расчета

#### Расчет напорного гидроциклона

Таблица 1

Параметр	Вариант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_w, \text{ м}^3/\text{ч}$	120	350	1000	120	350	1000	120	350	1000



$u_0, \text{мм/с}$	0,2	0,4	0,7	0,2	0,4	0,7	0,2	0,4	0,7
$\rho_T, \text{г/см}^3$	2,6	3,0	3,5	2,6	3,0	3,5	2,6	3,0	3,5
$P_n, \text{МПа}$	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,4

Таблица 2

<i>Параметр</i>			
Граничная крупность разделения $\delta_{\max}$ , мкм	40–55	55–70	70–85
Диаметр цилиндрической части $D_{hc}$ , см	8,0	10,0	12,5
Диаметр питающего патрубка $d_{en}$ , см	2,0	2,5	3,2
Диаметр сливного патрубка $d_{ex}$ , см	3,2	2,5	4,0
Диаметр шламового патрубка $d_{шл}$ , см	1,6	2,0	1,8
Высота цилиндрической части $H_{ц}$ , см	32	30	37,5
Угол конусности конической части $\alpha$ , град	10	20	15

### *Расчет открытого гидроциклона*

Таблица 3

<i>Параметр</i>	<i>Вариант</i>								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_w, \text{м}^3/\text{ч}$	120	350	1000	120	350	1000	120	350	1000
$u_0, \text{мм/с}$	0,2	0,4	0,7	0,2	0,4	0,7	0,2	0,4	0,7
$D_{hc}, \text{м}$	5	4	3	5	4	3	5	4	3

**Практические занятия (ПЗ)** направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины «Основы водоподготовки», в результате чего студент должен знать основные методы и технологии очистки воды, а также используемое при этом оборудование.

**Лабораторные работы (ЛР)** направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины «Основы водоподготовки», в результате чего студент должен знать основные методики и технологические схемы улучшения качества воды.

В курсе «Основы водоподготовки» предполагается проведение 1 практического занятия и 1 лабораторной работы в разделе «Основные показатели качества воды. Оценка качества природных вод», 5 практических занятий и 7 лабораторных работ в разделе «Способы улучшения и технологические схемы очистки воды» и 2 практических занятия в разделе «Подготовка воды для теплосиловых установок». Отчет по работе представляется в соответствии с заданием в виде теоретических вопросов, необходимых расчетов, графическим материалом (при необходимости), выводами по работе. Защита отчета в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

### **Пример перечня вопросов при защите практической работы № 1. «Основные показатели качества воды».**

1. В соответствии с какими требованиями в Российской Федерации осуществляется контроль качества воды?
2. Что такое качество воды?
3. Каковы основные показатели качества воды?
4. Что понимается под эпидемиологической, радиационной безопасностью воды?
5. Что входит в понятия: «химические свойства воды»; «органолептические свойства воды»?

**Пример перечня вопросов при защите лабораторной работы «Основные физические свойства жидкостей».**

1. Какие физические свойства жидкости Вы знаете?
  2. Дайте определение плотности, удельного и относительного веса жидкости.
  3. Что такое температурное расширение и сжимаемость жидкости? Чем они характеризуются?
  4. Дайте определение вязкости жидкости. Какими параметрами она характеризуется?
  5. Какова связь динамической и кинематической вязкости, каковы их единицы измерения? Какими приборами определяется вязкость жидкости?
  6. Что такое текучесть жидкости? Можно ли ее оценить количественно?
  7. Какова природа явления поверхностного натяжения? От чего зависит коэффициент поверхностного натяжения?
  8. Какие приборы используются для измерения плотности и удельного веса жидкости? Каков их принцип действия?
  9. Что представляет собой ареометр?
  10. Каков принцип действия капиллярного вискозиметра?
- В каких единицах в системе СИ измеряются плотность, удельный вес, коэффициенты кинематической и динамической вязкости, коэффициенты объемного сжатия и температурного расширения?

**Вопросы для подготовки к зачету с оценкой по дисциплине**

1.	Что такое природные источники воды? Как они классифицируются?
2.	Классификация примесей.
3.	Классификация вод по физико-химическим показателям.
4.	В соответствии с какими требованиями в Российской Федерации осуществляется контроль качества воды?
5.	Что такое водоподготовка?
6.	Этапы водоподготовки.
7.	Требования, предъявляемые к качеству воды. Показатели качества воды.
8.	Что понимается под эпидемиологической, радиационной безопасностью воды?
9.	Что входит в понятия: «химические свойства воды»; «органолептические свойства воды»?
10.	Что такое качество воды? Способы улучшения качества воды.
11.	Что означает понятие «обработка воды»?
12.	Как классифицируются основные методы обработки воды?
13.	Что такое обеззараживание, обесцвечивание, дезодорация, воды?
14.	Что такое технологическая схема очистки воды?
15.	Как происходит выбор сооружений станции очистки воды, предназначенной для хозяйственно-питьевых целей?
16.	Что такое коагуляция?
17.	Что такое флокулянты?
18.	Что такое фильтрация?
19.	Какие стадии процесса фильтрования вы знаете?
20.	Опишите процесс фильтрования.
21.	Что такое время защитного действия загрузки?
22.	От чего зависит скорость фильтрования? Чему она равна?
23.	Каковы условия применения фильтрования?
24.	Опишите физико-химические основы фильтрования.
25.	За счет чего происходит фильтрование воды?
26.	Что такое фильтр воды?
27.	Классификация фильтров для воды.

28.	Для чего применяются микрофильтры и барабанные сита?
29.	Каковы основные параметры микрофильтров?
30.	Как устроен микрофильтр?
31.	Для чего применяются намывные фильтры?
32.	Каковы основные параметры намывных фильтров?
33.	Как устроен намывной фильтр?
34.	Для чего применяются скорые фильтры?
35.	Каковы основные параметры скорых фильтров?
36.	Как устроен скорый фильтр?
37.	Для чего применяются контактные фильтры и контактные осветлители?
38.	Каковы основные параметры контактных фильтров и контактных осветлителей?
39.	Как устроены контактные фильтры и контактные осветлители?
40.	Для чего применяются медленные фильтры?
41.	Каковы основные параметры медленных фильтров?
42.	Как устроен медленный фильтр?
43.	Для чего применяются напорные фильтры?
44.	Каковы основные параметры напорных фильтров?
45.	Как устроен напорный фильтр?
46.	Перечислите виды отстойников.
47.	Какой метод лежит в основе работы отстойников?
48.	От чего зависит скорость осаждения частиц в отстойниках?
49.	Для каких целей применяют первичные и вторичные вертикальные отстойники?
50.	Перечислите виды горизонтальных отстойников.
51.	Какой принцип работы напорного гидроциклона? Какие его преимущества и недостатки.
52.	Для чего используют мультициклоны?
53.	Что такое открытый гидроциклон? Где он может применяться?
54.	На чем основана работа многоярусного гидроциклона?
55.	На чем основывается адсорбционный метод очистки? Что является достоинством? От чего зависит его эффективность?
56.	Какие материалы применяются в качестве сорбентов?
57.	Как осуществляется очистка сточных вод в адсорбере?
58.	Какие существуют типы адсорберов?
59.	Как происходит регенерация углей?
60.	Электрический способ очистки воды.
61.	С чем связано явление естественного осмоса?
62.	Метод обратного осмоса. Каков принцип действия обратного осмоса?
63.	Что такое мембрана? Объясните понятие «селективность мембраны». Чем определяется эффективность использования той или иной мембраны на производстве?
64.	Ионный обмен. Преимущества метода ионного обмена и принципы его применения в технологии водоподготовки.
65.	Какие бывают ионообменные аппараты? На чем основан метод удаления из воды анионов и катионов?
66.	Биологическая фильтрация.
67.	Физико-химический метод очистки воды.
68.	Ультрафильтрация.
69.	Электродиализ.
70.	Чем отличаются понятия «диализ» и «электродиализ»?
71.	В каких областях производства может применяться электродиализ?

72.	Какими характеристиками должны обладать мембраны, применяемые в электродиализных установках?
73.	Из чего состоит и как работает циркуляционная (порционная) электродиализная установка?
74.	Что такое гидрофильность и гидрофобность? Их принципиальное различие.
75.	Что такое флотационные реагенты? Их классификация.
76.	Какой принцип работы напорного флотатора?
77.	Какая схема подачи воды при напорной флотации?
78.	Дезодорация воды, ее виды. Аэраторы воды.
79.	Дегазация воды. Способы дегазации.
80.	Стабилизация воды. Показатель стабильности, индекс стабильности воды.
81.	Обезжелезивание и деманганация воды.
82.	Умягчение воды. Методы умягчения.
83.	Фторирование и обесфторивание воды.
84.	Каким способом получают озон? На каком этапе следует вводить озон для дезинфекции воды?
85.	Должен ли содержаться озон в очищенной воде? Должны ли быть одинаковыми дозы озона для обеззараживания поверхностных и подземных вод?
86.	Обеззараживание воды.
87.	Подготовка воды для котельных и систем теплоснабжения.
88.	Требования к воде для теплосиловых установок.
89.	Основные показатели качества воды для котельных и систем теплоснабжения.
90.	Основные стадии подготовки воды для котельных и систем теплоснабжения.

Зачет с оценкой проходит в виде теста.

*Пример теста для зачета с оценкой*

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Какие источники воды мы называем природными?  (правильным считается полный ответ)	1. реки, озера, моря; 2. водохранилища, артезианские воды; 3. ледники, грунтовые воды, водохранилища; 4. поверхностные и подземные воды; 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
2.	Водоподготовка – это	1. приведение качества воды, используемой в технологических целях на различных промышленных предприятиях, а также в системах водо-и теплоснабжения и др., в соответствие с требованиями потребителей. 2. забор воды из природных источников. 3. обеззараживание воды. 4. забор воды из природных источников и ее обеззараживание. 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
3.	В соответствии с какими требованиями в Российской Федерации осуществляется контроль качества воды?	1. ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации методам контроля качества». 2. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения». 3. СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Са-

		<p>нитарная охрана источников»</p> <p>4. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
4.	<p>Коагуляция примесей воды – это</p> <p>(правильным считается полный ответ)</p>	<p>1. процесс укрупнения мельчайших коллоидных и диспергированных частиц, происходящий вследствие их взаимного слипания под действием сил молекулярного притяжения.</p> <p>2. процесс уменьшения коллоидных и диспергированных частиц.</p> <p>3. биологическая очистка воды.</p> <p>4. улучшение химического состава воды.</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
5.	<p>Примеси воды классифицируются по</p> <p>(правильным считается полный ответ)</p>	<p>1. Эйлера;</p> <p>2. Архимеду;</p> <p>3. Бернулли;</p> <p>4. Кульскому;</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
6.	<p>Показатели качества воды</p> <p>(правильным считается полный ответ)</p>	<p>1. эпидемиологические, радиационные показатели, химический состав; органолептические свойства.</p> <p>2. химический состав; органолептические свойства.</p> <p>3. радиационные показатели.</p> <p>4. эпидемиологические, радиационные показатели.</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
7.	<p>Флокулянты – это</p> <p>(правильным считается полный ответ)</p>	<p>1. вещества, ускоряющие коагуляцию.</p> <p>2. вещества, замедляющие коагуляцию.</p> <p>3. вещества, обеззараживающие воду.</p> <p>4. вещества, очищающие воду от бактерий.</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
8.	<p>Вещества, способные обменивать свои ионы на анионы раствора называются</p>	<p>1. ионитами.</p> <p>2. катионитами.</p> <p>3. анионитами.</p> <p>4. ионообменными смолами.</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
9.	<p>Термический метод подготовки воды для систем теплоснабжения базируется на</p>	<p>1. 3-м законе Ньютона.</p> <p>2. законе Генри-Дальтона.</p> <p>3. законе сохранения энергии применительно к движущейся жидкости.</p> <p>4. законе Паскаля.</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
10.	<p>Технологические схемы очистки воды бывают:</p> <p>(правильным считается полный ответ)</p>	<p>1. реагентные.</p> <p>2. безреагентные.</p> <p>3. биологические.</p> <p>4. реагентные и безреагентные.</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
11.	<p>Фильтрация –</p> <p>(правильным считается полный ответ)</p>	<p>1. то же самое, что и коагулирование.</p> <p>2. процесс уменьшения коллоидных и диспергированных частиц.</p> <p>3. то же самое, что и осветление воды.</p> <p>4. это движение жидкости сквозь пористую среду</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
12.	<p>Отстойниками называют</p>	<p>1. аппараты или сооружения в которых для выделения</p>

		<p>взвешенных частиц из жидкости используется метод гравитационного осаждения.</p> <p>2. аппараты в которых для выделения взвешенных частиц из жидкости используется метод ионного обмена.</p> <p>3. аппараты или сооружения, в которых для выделения взвешенных частиц из жидкости используется метод коагуляции.</p> <p>4. сооружения в которых для выделения взвешенных частиц из жидкости используется метод фильтрации.</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
13.	Каковы условия применения фильтрации?	<p>1. применяется для удаления взвешенных примесей при их количестве до 100 мг/л (двухслойные фильтры) и до 50 мг/л (однослойные).</p> <p>2. применяется для удаления взвешенных органических примесей.</p> <p>3. применяется для удаления взвешенных неорганических примесей.</p> <p>4. применяется для удаления взвешенных примесей при их количестве до 50 мг/л.</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
14.	Гидроциклон – это	<p>1. аппарат для разделения взвешенных веществ во вращающейся в нем жидкости на две фракции по крупности, форме или плотности и удаления твердых веществ из жидкости (осветление жидкости).</p> <p>2. аппарат для разделения взвешенных веществ во вращающейся в нем жидкости на две фракции по крупности, форме.</p> <p>3. аппарат для удаления твердых веществ из жидкости (осветление жидкости).</p> <p>4. аппарат для разделения взвешенных веществ во вращающейся в нем жидкости на две фракции и коагуляции их.</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
15.	На чем основывается адсорбционный метод очистки?	<p>1. на преимущественной адсорбции молекул загрязнений под действием силового поля в порах адсорбента.</p> <p>2. на законе Паскаля.</p> <p>3. на методах ионного обмена.</p> <p>4. на основе многоэтапной фильтрации воды.</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
16.	На чем основан принцип ионного метода химводоочистки?	<p>1. на использовании ионитов – сетчатых полимеров различной степени сшивки, гелевой микро- или макропористой структуры, ковалентно связанных с ионогенными группами.</p> <p>2. на принципе запрета на перенос примесей или растворителя (воды) через мембраны.</p> <p>3. на процессе электролиза.</p> <p>4. основан на использовании катионитов в системах очистки воды.</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
17.	Флотация – это	<p>1. процесс разделения мелких твердых частиц, основанный на различии их в смачиваемости водой.</p> <p>2. тоже самое, что и коагуляция.</p>

		<p>3. это физическое свойство молекулы, которая «стремится» избежать контакта с водой.</p> <p>4. способность вещества смачиваться водой.</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
18.	Какие воды называются сточными?	<p>1. воды, загрязненные бытовыми отбросами и производственными отходами и удаляемые с территорий населённых мест и промышленных предприятий системами канализации, а также воды, образующиеся в результате выпадения атмосферных осадков в пределах территорий населённых пунктов и промышленных объектов.</p> <p>2. воды, загрязненные бытовыми отбросами и производственными отходами и удаляемые с территорий населённых мест и промышленных предприятий системами канализации.</p> <p>3. воды, образующиеся в результате выпадения атмосферных осадков в пределах территорий населённых пунктов и промышленных объектов.</p> <p>4. воды, образующиеся в результате выпадения атмосферных осадков</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
19.	Каким способом получают озон?	<p>1. с помощью химических реакций, в результате ультрафиолетового излучения, при электрическом разряде.</p> <p>2. путем коагуляции.</p> <p>3. методом ионного обмена.</p> <p>4. результате ультрафиолетового излучения.</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
20.	К мембранным технологиям относятся:	<p>1. микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос, электродиализ.</p> <p>2. технологии отстаивания воды в отстойниках.</p> <p>3. микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация.</p> <p>4. только явление обратного осмоса.</p> <p>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

При изучении разделов дисциплины текущий контроль знаний проводится в виде индивидуального опроса на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения задач и заданий. Тесты для промежуточного контроля приведены в ОМД.

Студент, пропустивший лекционные занятия, обязан самостоятельно законспектировать пропущенную тему (раздел) и отчитаться перед преподавателем.

Студенты, пропустившие практические занятия и лабораторные работы, самостоятельно выполняют данную работу, представляют ее преподавателю и отвечают на вопросы преподавателя по теме данной работы.

### **Критерии оценивания промежуточного контроля:**

К зачету с оценкой допускаются студенты, которые по итогам текущего контроля, полностью выполнили все виды учебной и самостоятельной работы и сдавший отчетные материалы.

Зачет проводится в виде письменного тестирования.

Оценка	Количество правильно выполненных тестовых заданий, %
ОТЛИЧНО	85 и более
ХОРОШО	70-84
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	61-69
НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	0-60

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Гидравлика: Учебник / А.П. Исаев, Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 420 с
2. Источники и системы теплоснабжения / Магадеев В.Ш. – М.: ИД «Энергия», 2013. – 272 с.
3. Орлов В.А., Квитка Л.А. Водоснабжение: Учебник.– М.: ИНФРА-М, 2015. – 443 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Быстрицкий, Г.Ф. Теплотехника и энергосиловое оборудование промышленных предприятий: учебник для вузов / Г.Ф. Быстрицкий.— 5-е изд., испр. и доп.— Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 305 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03889-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470414>



2. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Очистка и кондиционирование природных вод: Учебное пособие. Т.2. – М.: Издательство АСВ, 2003. – 493 с.

3. Фрог, Б. Н. Водоподготовка : Учеб. пособие для вузов / Борис Николаевич Фрог, Александр Павлович Левченко, Г. И. Николадзе. - М. : Изд-во МГУ, 1996. - 679 с. : ил.

### 7.3 Нормативные правовые акты

1. ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации методам контроля качества».

2. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» .

### 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Улюкина Е.А., Мартынова Н.К. Физико-химические основы водоподготовки в энергетике: учебно-методическое пособие. – М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2013. – 54 с.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Водоподготовка: Справочник./Под ред. С.Е. Беликова. М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с. [<http://www.aqua-therm.ru>].

2. Сидорова Л.П. Методы очистки промышленных и сточных вод. Часть 1. Учебное электронное текстовое издание. – ФГАОУ ВПО УрФУ, 2012. – 134 с. [Информационный портал УрФУ [<http://www.urfu.ru>]].

3. Сидорова Л.П. Методы очистки промышленных и сточных вод. Часть 1. Учебное электронное текстовое издание. – ФГАОУ ВПО УрФУ, 2015. – 112 с. [Информационный портал УрФУ [<http://www.urfu.ru>]]. .

4. ООО «Агроводком» официальный дилер крупнейших производителей насосного оборудования России. <http://www.agrovodcom.ru> (открытый доступ).

5. <http://rucont.ru> Электронно-библиотечная система(открытый доступ).

6. <http://www2.viniti.ru> Базы данных ВИНТИ РАН (открытый доступ).

7. <http://www.techgidravlika.ru> Информационно-справочная система (открытый доступ).

8. <http://znanium.com/> Электронно-библиотечная система (открытый доступ).

9. <http://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система (открытый доступ).

Таблица 9

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Раздел 1. Основные показатели качества воды. Оценка качества природных вод. Раздел 2. Способы улучшения и технологические схемы очистки воды.	Microsoft Office 365	Офисный пакет	Microsoft	2021

Раздел 3. Подготовка воды для теплосиловых установок.				
---	--	--	--	--

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Таблица 10

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
23 корпус, 7 аудитория	1.Экран ClassicLyra (Инв.№ 410134000001609) 2. Проектор BenQMX711 (Инв. № 410134000001611) 3. Доска настенная 3-элементная (Инв. № 210136000005980)
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных WI-FI, Интернет-доступом.	
Общежитие № 4, № 5 и № 11, комната для самоподготовки.	

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Содержание материала и график изучения дисциплины приведены в рабочей учебной программе, для успешного выполнения которой студентам рекомендуется пользоваться учебниками и учебно-методическими пособиями из библиотечного фонда университета, а также методическими пособиями по выполнению практических работ, хранящимися на кафедре.

Студентам необходимо:

- внимательно ознакомиться с содержанием тематического плана дисциплины, приводимом в нём списке рекомендуемой литературы, приобрести в библиотеке университета требующиеся учебники и учебные пособия;
- получить консультацию у преподавателей кафедры, ведущих дисциплину «Основы водоподготовки», по всем возникающим учебно-методическим вопросам;
- используя методические пособия, строго по темам дисциплины приступить к изучению рекомендуемой литературы;
- прорабатывать каждую тему сразу после её изложения на лекции;
- перед выполнением практических работ ознакомиться с методическими указаниями по их выполнению;
- для допуска к зачету с оценкой студенту необходимо выполнить и успешно сдать все отчеты по практическим занятиям и реферат;

В конспекте лекций следует избегать подробной записи. Конспект не должен превращаться в единственный источник информации, он должен подводить студента к самостоя-

тельному обдумыванию материала, к работе с учебной литературой. Независимо от того, есть учебник или нет, лекции записывать необходимо.

*Правила ведения записей и оформление конспекта:*

- начинать с даты занятий, названия темы, целей и плана лекции, рекомендованной литературы;
- вести конспект опрятно, содержательно, четко, разборчиво, грамотно;
- научиться выделять и записывать основные научные положения и факты, формулы и правила, выводы и обобщения; не перегружать записи отдельными фактами;
- выделять разделы и подразделы, темы и подтемы;
- применять доступные пониманию сокращения слов и фраз;
- записывать рекомендованную литературу;
- желательно выделять цветом названия темы, основные положения, выводы; записи вести на страницах с большими полями.

Последующая работа над лекцией заключается в повторении ее содержания по конспекту (а еще лучше с привлечением дополнительных источников информации) вскоре после ее прослушивания, т.к. забывание материала, воспринятого любым способом, идет особенно интенсивно сразу же после восприятия.

*Работа над конспектом лекции осуществляется по этапам:*

- повторить изученный материал по конспекту;
- непонятные положения отметить на полях и уточнить;
- неоконченные фразы, пропущенные слова и другие недочеты в записях устранить, пользуясь материалами из учебника и других источников;
- завершить техническое оформление конспекта (подчеркивания, выделение главного, выделение разделов, подразделов и т.п.).

При подготовке к практическому занятию студент должен изучить рекомендованный к данной теме материал по учебнику и практикуму, подготовить отчет, который должен содержать наименование работы, цель работы, схемы (при необходимости), расчетные формулы, таблицы для записи полученных результатов (при необходимости). На практических занятиях студент обязан обдуманно выполнять задания, анализировать полученные результаты.

Окончательно оформленные отчеты по практическим работам защищаются студентами в индивидуальном порядке в часы консультаций преподавателя, в день выполнения работы или ближайшее время.

## **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекции, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему и отчитаться перед преподавателем. Пропущенные практические занятия и лабораторные работы должны быть выполнены студентом самостоятельно и представлены преподавателю.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

### **Методические рекомендации для чтения лекций**

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий. Они должны дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрировать внимание студентов на наиболее сложных и узловых вопросах.

Объем читаемых лекций определяется графиком плана. Каждая лекция должна делиться на три части: введение, основная часть (учебные вопросы) и заключение.

Лекции должны иметь логическую связь с ранее изученным материалом и быть ориентированы на последующее применение излагаемого материала.

Для этой цели во введении к лекции преподаватель формулирует тему, учебные вопросы, отражающие содержание лекции и четко определяет цель данной лекции. Начиная изложение рассматриваемого материала, преподаватель устанавливает логическую связь данной лекции с предыдущим материалом и изучаемыми ранее дисциплинами. Введение должно занимать не более 10 минут, но должно полностью подготовить студента к восприятию излагаемого далее основного содержания.

Планируемый к изложению в лекциях материал должен отражать только основное содержание изучаемого вопроса, сочетаясь с примерами и, при необходимости, иллюстрируется техническими средствами обучения. При этом не следует, по возможности, включать в лекцию громоздкие выводы, пояснения и тому подобный материал, однако в таких случаях необходимо обязательно указывать разделы рекомендуемой литературы, где можно получить убедительные ответы на возникшие вопросы. Кроме этого, в лекции обращается внимание студентов на вопросы изучаемого материала, которые он должен изучить самостоятельно по указанной в методических указаниях по данной дисциплине литературе.

В заключительной части лекций преподаватель должен подвести итог и сформулировать общие выводы, вытекающие из содержания основной части лекции, и еще раз обратить внимание на тот объем материала, который подлежит самостоятельному изучению.

### **Методические указания для проведения практических занятий**

Практические занятия проводятся с целью закрепления теоретического материала, изложенного на лекциях, а также для развития у студентов навыков практического решения единых учебно-инженерных задач.

Практические занятия рекомендуется делить на три части: вводную, основную и заключительную.

Во вводной части преподаватель должен назвать тему занятия, определить ее цель и сформулировать вопросы, отражающие содержание занятия. Преподаватель должен указать взаимосвязь практического занятия с предыдущими занятиями по данной дисциплине, при необходимости пояснить инженерную направленность темы и ее связь с другими дисциплинами.

Основная часть практического занятия должна быть посвящена закреплению теоретических положений, изложенных в лекциях, путем решения практических задач. Преподаватель должен разобрать со студентами методику решения типовых примеров, указав при этом, какие материалы теоретического курса используются при этом.

Часть времени преподаватель должен отвести для объяснения студентам содержания, этапов решения заданий при выполнении самостоятельной работы.

В заключительной части практического занятия преподаватель должен сформулировать краткие выводы по содержанию вопросов, рассмотренных на занятии, обратив внимание студентов на тот объем материала, который рекомендуется для самостоятельного изучения. Подробно остановиться на литературе, рекомендованной для самостоятельной работы.

### **Методические указания для проведения лабораторных работ**

Лабораторные работы является одним из важнейших элементов закрепления пройденного материала, а также приобретения практических навыков студентами.

Лабораторные работы целесообразнее проводить с подгруппой. Необходимо заранее известить студентов о теме будущего лабораторного занятия, указать на необходимость самостоятельного ознакомления с:

- целью лабораторной работы;
- теоретическим материалом, необходимым для выполнения данной работы;
- порядком выполнения работы и снятием экспериментальных данных;
- методикой обработки полученных в процессе лабораторной работы результатов;
- подумать о выводах, которые необходимо сделать в конце работы.

На лабораторную работу студент должен придти с подготовленным конспектом лабораторной работы.

Все лабораторные работы должны быть оформлены в отдельном «Журнале для лабораторных работ». Это может быть отдельная тетрадь, в которой студент на основе методических рекомендаций для проведения лабораторной работы, разработанных кафедрой, готовит свой персональный конспект, либо отдельный разработанный и изданный кафедрой макет конспекта лабораторной работы.

При достаточной технической оснащенности учебной лаборатории кафедры студенты выполняют лабораторную работу, предварительно разбившись по «бригадам», включающим в себя по 4 – 5 студентов. Если же нет такой технической возможности, то лабораторная работа выполняется сразу всей подгруппой или  $\frac{1}{2}$  подгруппы. При этом преподаватель распределяет между студентами обязанности по выполнению лабораторной работы, стараясь задействовать в работе как можно больше студентов.

Перед проведением лабораторной работы преподаватель или ассистирующий ему инженер (лаборант) учебной лаборатории проводит инструктаж по технике безопасности.

После снятия опытных данных студенты обрабатывают результаты эксперимента, строят графики (если они предусмотрены в работе), делают выводы по работе.

После выполнения лабораторной работы целесообразно проводить ее «защиту». Это позволяет студентам еще раз повторить и осмыслить пройденный материал, а преподавателю оценить степень усвоения пройденного студентами материала.

**Программу разработала:**

Кожевникова Н.Г.  
к.т.н., доцент

  
(подпись)

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины Б1.В.01.01 «Основы водоподготовки»**  
**ОПОП ВО по направлению**  
**13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника,**  
**направленность – Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы**  
**(квалификация выпускника – бакалавр)**

Стушкиной Натальей Алексеевной, кандидатом технических наук, доцентом, зав.кафедрой электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Основы водоподготовки» ОПОП ВО по направлению 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, направленность – Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы (уровень бакалавриата), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий (разработчик – Кожевникова Наталья Георгиевна, и.о.зав. кафедрой «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий», кандидат технических наук, доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Основы водоподготовки» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина включена в вариативную часть учебного цикла Б1.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Основы водоподготовки» закреплена 1 компетенция (2 индикатора достижений). Дисциплина «Основы водоподготовки» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Основы водоподготовки» составляет 3 зачётных единицы (108 часов, из них 4 часа практической подготовки).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Основы водоподготовки» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины Дисциплина «Основы водоподготовки» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины профессионального модуля по направленности (профилю) «Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы» направления 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника, дополнительной литературой – 4 наименования, Интернет-ресурсы – 6 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Основы водоподготовки» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Основы водоподготовки».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Основы водоподготовки» ОПОП ВО по направлению 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, направленность – Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Кожевниковой Н.Г., зав. кафедрой «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий», кандидат технических наук, доцент, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Стушкина Н. А., кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

  
(подпись)

« 28 » 08 2023 г