

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

Должность: директор института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 18.05.2023 20:15:43

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**

**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**

**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова

Кафедра сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и  
насосных станций

УТВЕРЖДАЮ:

И. о директора института  
мелиорации, водного хозяйства и  
строительства имени А.Н.  
Костякова

Бенин Д.М.

“ 26 ”

2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.15.03 Специальные методы очистки природных вод**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

**Модуль: «Качество воды»**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 20.03.02 Природообустройство и водопользование

Направленность: Цифровизация инженерной инфраструктуры (систем  
водоснабжения и водоотведения)

Курс 4

Семестр 8

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022 г.

Москва, 2022

Разработчик (и): Гречищева Н.Ю д.х.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
«22» 08 2022г.

Рецензент: Ханов Н. В., профессор д.т.н

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
«22» 08 2022г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению 20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

Программа обсуждена на заседании кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций протокол № 11 от «22» 08 2022г.

Зав. кафедрой Али М.С., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

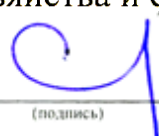
  
«22» 08 2022г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова

Смирнов А.П., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
«24» 08 2022г.

протокол № 9

Заведующий выпускающей кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций

Али М.С., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
«22» 08 2022г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>6</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>14</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>14</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	14
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>19</b>
<b>7.1 Основная литература</b> .....	19
7.2 Дополнительная литература .....	20
7.3 Нормативные правовые акты .....	20
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	20
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	<b>20</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)</b> .....	<b>20</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b> .....	<b>21</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>22</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	24
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>24</b>

## АННОТАЦИЯ

### рабочей программы учебной дисциплины

**Б1.В.15.03 «Специальные методы очистки природных вод» для подготовки бакалавра по направлению 20.03.02 –Природообустройство и водопользование, профиль «Цифровизация инженерной инфраструктуры (систем водоснабжения и водоотведения)»**

**Цель освоения дисциплины:** Приобретение студентами знаний по процессам удаления железа и марганца, умягчения, опреснения и обессоливания воды; Умение применять указанные методы в технологиях водоподготовки; Оценивать достоинства и недостатки применяемых конструкций сооружений и технологических процессов; Получение навыков проектирования сооружений.

В результате изучения дисциплины будущий бакалавр должен быть подготовлен к практической реализации полученных знаний, использовать их при проектировании и эксплуатации очистных сооружений с применением новейших технологий и быть способным к самообучению.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки природообустройство и водопользование, 8 семестр.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются компетенции: ПКос-2 (индикатор достижения компетенции **ПКос-2.1; ПКос-2.2**), ПКос-7 (индикатор достижения компетенции **ПКос-7.1; ПКос-7.2**)

**Краткое содержание дисциплины:** Умягчение воды. Реагентные методы умягчения. Умягчение воды катионированием. Устройство ионообменных фильтров. Регенерация катионитовых фильтров. Вспомогательные устройства катионитовых установок. Термический и термохимический методы умягчения воды. Умягчение воды диализом. Опреснение и обессоливание воды. Электродиализ. Обратный осмос и ультрафильтрация. Дистилляция. Ионный обмен. Удаление железа и марганца. Безреагентные и реагентные методы. Удаление растворенных газов. Физические, химические и биохимические методы дегазации. Фторирование и обесфторивание воды. Характеристики фторсодержащих реагентов. Технологии фторирования и обесфторивания воды. Стабилизационная обработка воды. Обескремнивание. Сорбция.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 3 зачетных единицы (108 часа).

**Промежуточный контроль:** Зачет.

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Специальные методы очистки природных вод»: является Приобретение студентами знаний по процессам удаления железа и марганца, умягчения, опреснения и обессоливания воды; Умение применять указанные методы в технологиях водоподготовки; Оценивать достоинства и недостатки применяемых конструкций сооружений и технологических процессов; Получение навыков проектирования сооружений.

В результате изучения дисциплины будущий бакалавр должен быть подготовлен к практической реализации полученных знаний, использовать их при проектировании и эксплуатации очистных сооружений с применением новейших технологий и быть способным к самообучению.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Специальные методы очистки природных вод» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана вариативную часть дисциплин по выбору. Дисциплина «Специальные методы очистки природных вод» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» по направленности подготовки «Цифровизация инженерной инфраструктуры (систем водоснабжения и водоотведения)».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Специальные методы очистки природных вод» являются: «Математика», «Физика», «Химия», «Гидравлика», «Инженерные изыскания для строительства систем водоснабжения и водоотведения», «Сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение территорий», «Качество воды», «Химия и микробиология воды», «Улучшение качества природных вод».

Дисциплина «Специальные методы очистки природных вод» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Эксплуатация и мониторинг систем и сооружений», «Реконструкция систем сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения», «Научно-исследовательская работа», и подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена.

Особенностью дисциплины является получать и обрабатывать информацию из различных источников, используя различные средства и методы, интерпретировать полученные данные для формирования суждений по профессиональным и социальным проблемам, а также стремиться соответствовать установленным стандартам или превосходить их.

Рабочая программа дисциплины «Специальные методы очистки природных вод» 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**

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

### **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 семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-2	Умение решать задачи, связанные с применением в практической деятельности методов строительства объектов природообустройства и водопользования.	ПКос-2.1 Знания и владение методами организации комплекса работ по эксплуатации инженерных систем сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения	основные показатели состояния природно-технологических объектов	использовать полученные результаты при проектировании и строительстве	новейшими способами по оценке состояния природных и природно-технологических объектов
			ПКос-2.2 Умение решать задачи, связанные с организацией комплекса работ по эксплуатации инженерных систем сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения	основные требования, предъявляемые к проектированию и эксплуатации объектов	принимать профессиональные решения при проектировании и эксплуатации объектов	основными понятиями производства работ и эксплуатации объектов
1.	ПКос-7	Способен участвовать в научных исследования в области природообустройства и водопользования	ПКос-7.1 Знание и владение методами научных исследований в целях практического применения	технологическое оборудование систем водоснабжения и водоотведения	анализировать типовые проекты в области инженерных систем водоснабжения и водоотведения	навыком выбора типовых проектов, соответствующих объекту строительства систем водоснабжения и водоотведения
			ПКос-7.2 Умение решать задачи в области научных исследований по внедрению инновационной техники и технологии, обеспечивающих повышение качества	основные методы и методики решения задач в области инженерных систем водоснабжения и водоотведения	выбирать оптимальные и эффективные методы для решения задач инженерных систем водоснабжения и водоотведения	навыками применения различных методов решения задач инженерных систем водоснабжения и водоотведения

			строительства и эксплуатации природотехногенных систем			
--	--	--	---	--	--	--



Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	семестр № 8
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>60,25</b>	<b>60,25</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	24	24
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	36	36
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>47,75</b>	<b>47,75</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	38,75	38,75
<i>Подготовка к зачёту (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	зачёт	

## 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	ПКР	
Раздел 1 «Обезжелезивание природных вод»	32	8	12		12
Раздел 2 «Умягчение воды»	33	8	12		13
Раздел 3 «Опреснение и обессоливание воды»	33,75	8	12		13,75
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25			0,25	
Подготовка к зачету	9				9
<b>Всего за 5 семестр</b>	<b>108</b>	<b>24</b>	<b>36</b>	<b>0,25</b>	<b>47,75</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>24</b>	<b>36</b>	<b>0,25</b>	<b>47,75</b>

## Содержание разделов дисциплины

**Раздел 1. Обезжелезивание природных вод.***Тема 1.1. Удаление железа*

Обезжелезивание природных вод. Содержание железа в воде природных источников. Диаграмма Пурбе. Способы обезжелезивания. Безреагентное обезжелезивание воды: упрощенная аэрация с одно- и двухступенчатым фильтрованием; «сухая» фильтрация; фильтрование на каркасных фильтрах и др. Реагентные методы обезжелезивания.

*Тема 1.2. Удаление из воды марганца*

Удаление из воды марганца. Безреагентные и реагентные методы деманганации

*Тема 1.3. Методы дегазации воды*

Физические методы дегазации воды. Аппаратурное оформление: пленочный, вакуумный дегазатор (без подогрева с подогревом). Расчет дегазаторов. Химические и биохимические методы дегазации.

## **Раздел 2. Умягчение воды.**

*Тема 2.1. Теоретические основы процесса умягчения воды, классификация методов.*

- Теоретические основы процесса, классификация методов.

- Реагентные методы умягчения: известковый, известково-содовый, оксалатный, бариевый, фосфатный. Влияние на процесс различных факторов: температуры, наличия органических веществ, избытка реагента-осадителя и др. Аппаратурное оформление установок реагентного умягчения. - Безреагентная технология умягчения воды (электрохимический способ).

- Умягчение воды катионированием. Классификация катионообменных материалов.

*Тема 2. 2. Реагентные методы умягчения*

- Характеристики катионитов. Схемы натрий-катионирования воды, водород-натрий катионирования. Умягчение воды водород-натрий катионированием при голодном режиме регенерации водород-катионитовых фильтров. Умягчение воды аммоний-катионированием. Известково-катионитовый метод умягчения. Противоточный метод. Методы глубокого умягчения. - Устройство фильтров ионного обмена. Регенерация катионитовых фильтров. Вспомогательные устройства установок реагентного умягчения воды. Обработка сбросных вод. Термический и термохимический методы умягчения воды. Теоретические основы, аппаратурное оформление процессов.

*Тема 2.3. Умягчение воды диализом*

Метод разделения растворенных веществ. эффективность полупроницаемой мембраны для умягчения воды определяется высокими значениями селективности и водопроницаемости, которые она должна сохранять в течение продолжительного времени работы. *Гипотеза гиперфльтрации.*

## **Раздел 3. Опреснение и обессоливание воды**

*Тема 3.1. Методы опреснения и обессоливания воды*

Электродиализ. Устройство многокамерного электродиализного аппарата. Схемы прямоточной и циркуляционной электродиализной установки. Диализный метод опреснения.

*Тема 3. 2. Опреснение воды методом обратного осмоса и ультрафильтрации*

Опреснение воды методом обратного осмоса и ультрафильтрации. Ионообменное обессоливание воды. Дистилляция. Аппаратурное оформление процессов.

### 4.3 Лекции / практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
<b>Раздел 1. Обезжелезивание природных вод.</b>					
1	Тема 1.1. Удаление железа	Лекция № 1. Обоснование выбора технологии обезжелезивания воды	ПКос-2 (ПКос-2.1; ПКос-2.2) ПКос-7 (ПКос-7.2; ПКос-7.2)		2
		Практическая работа № 1, Использование методов упрощенной и глубокой аэрации для обезжелезивания.	ПКос-2 (ПКос-2.1; ПКос-2.2) ПКос-7 (ПКос-7.2; ПКос-7.2)	Опрос / дискуссия	2
2	Тема 1.2. Удаление из воды марганца.	Лекция № 2. Расчет установок. Выбор методов удаления из воды CO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> S.	ПКос-2 (ПКос-2.1; ПКос-2.2) ПКос-7 (ПКос-7.2; ПКос-7.2)		2
		Практическая работа № 2. Биохимический метод удаления марганца.	ПКос-2 (ПКос-2.1; ПКос-2.2) ПКос-7 (ПКос-7.2; ПКос-7.2)	Опрос /	2
3	Тема 1.3. Методы дегазации воды.	Лекция № 3. Решение технологических задач по стабилизации воды.	ПКос-2 (ПКос-2.1; ПКос-2.2) ПКос-7 (ПКос-7.2; ПКос-7.2)		2
		Практическая работа № 3, Физические методы дегазации воды.	ПКос-2 (ПКос-2.1; ПКос-2.2) ПКос-7 (ПКос-7.2; ПКос-7.2)	Решение задач	2
<b>Раздел 2. Умягчение воды.</b>					
4	Тема 2.1. Теоретические основы процесса	Лекция № 4. Обоснование выбора метода умягчения воды.	ПКос-2 (ПКос-2.1; ПКос-2.2)		2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	умягчения воды, классификация методов		ПКос-7 (ПКос-7.2; ПКос-7.2)		
		Практическая работа № 4. Реагентные методы умягчения	ПКос-2 (ПКос-2.1; ПКос-2.2) ПКос-7 (ПКос-7.2; ПКос-7.2)	Решение задач	2
5	Тема 2.2. Реагентные методы умягчения	Лекция № 5. Решение технологических задач на реагентные методы умягчения.	ПКос-2 (ПКос-2.1; ПКос-2.2) ПКос-7 (ПКос-7.2; ПКос-7.2)		2
		Практическая работа № 5. Установок реагентного умягчения воды.	ПКос-2 (ПКос-2.1; ПКос-2.2) ПКос-7 (ПКос-7.2; ПКос-7.2)	Опрос / дискуссия	2
6	Тема 2.3. Умягчение воды диализом	Лекция № 6. Умягчение воды катионированием	ПКос-2 (ПКос-2.1; ПКос-2.2) ПКос-7 (ПКос-7.2; ПКос-7.2)		2
		Практическая работа № 6. Проектирование установок умягчения воды	ПКос-2 (ПКос-2.1; ПКос-2.2) ПКос-7 (ПКос-7.2; ПКос-7.2)	Опрос / дискуссия	2
<b>Раздел 3. Опреснение и обессоливание воды.</b>					
7	Тема 3.1. Методы опреснения и обессоливания воды	Лекция № 7. Выбор технологических схем опреснения и обессоливания воды.	ПКос-2 (ПКос-2.1; ПКос-2.2) ПКос-7 (ПКос-7.2; ПКос-7.2)		2
		Практическая работа № 7. Расчет установок	ПКос-2 (ПКос-2.1; ПКос-2.2) ПКос-7	Опрос / дискуссия	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
			(ПКос-7.2; ПКос-7.2)		
8	Тема 3.2. Опреснение воды методом обратного осмоса и ультрафильтрации	Лекция № 8. Опреснение воды методом обратного осмоса.	ПКос-2 (ПКос-2.1; ПКос-2.2) ПКос-7 (ПКос-7.2; ПКос-7.2)		2
		Практическая работа № 8. Технологические схемы с использованием электродиализных опреснительных установок.	ПКос-2 (ПКос-2.1; ПКос-2.2) ПКос-7 (ПКос-7.2; ПКос-7.2)	Опрос / дискуссия	2

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>1. Обезжелезивание природных вод.</b>		
1	Тема 1.1. Удаление железа	- Обезжелезивание воды. Диаграмма Пурбе. Использование методов упрощенной и глубокой аэрации для обезжелезивания". (Реализуемые компетенции ПКос-2 (индикатор достижения компетенции ПКос-2.1; ПКос-2.2), ПКос-7 (индикатор достижения компетенции ПКос-7.1; ПКос-7.2))
2	Тема 1.2. Удаление из воды марганца.	- Обезжелезивание методом «сухой» фильтрации; с использованием намывных фильтров. - Реагентное обезжелезивание (на базе установки «Струя»); фильтрация через омарганцованный песок. (Реализуемые компетенции ПКос-2 (индикатор достижения компетенции ПКос-2.1; ПКос-2.2), ПКос-7 (индикатор достижения компетенции ПКос-7.1; ПКос-7.2))
3	Тема 1.3. Методы дегазации воды.	- Удаление марганца из воды. Реагентные и безреагентные методы. Биохимический метод удаления марганца (Реализуемые компетенции ПКос-2 (индикатор достижения компетенции ПКос-2.1; ПКос-2.2), ПКос-7 (индикатор достижения компетенции ПКос-7.1; ПКос-7.2))
<b>2. Умягчение воды.</b>		
5	Тема 2.1. Теоретические основы процесса умягчения воды, классификация методов	- Умягчение воды. Реагентные методы умягчения: известковый и известково-содовый. Влияние на процесс различных факторов. (Реализуемые компетенции ПКос-2 (индикатор достижения компетенции ПКос-2.1; ПКос-2.2), ПКос-7 (индикатор достижения компетенции ПКос-7.1; ПКос-7.2))
6	Тема 2.2. Реагентные методы умягчения	- Бариевый, оксалатный, фосфатный методы умягчения воды. (Реализуемые компетенции ПКос-2 (индикатор достижения компетенции ПКос-2.1; ПКос-2.2), ПКос-7 (индикатор достижения компетенции ПКос-7.1; ПКос-7.2))

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
7	Тема 2.3. Опреснение воды методом обратного осмоса и ультрафильтрации.	- Технологические схемы и аппаратное оформление установок реагентного умягчения. Устройство и принцип действия спирактора. - Электрохимическое умягчение воды. (Реализуемые компетенции ПКос-2 (индикатор достижения компетенции ПКос-2.1; ПКос-2.2), ПКос-7 (индикатор достижения компетенции ПКос-7.1; ПКос-7.2))
<b>Раздел 3. Опреснение и обессоливание воды.</b>		
	Тема 3.1. Методы опреснения и обессоливания воды	- Методы опреснения и обессоливания воды. Опреснение методом электродиализа. (Реализуемые компетенции ПКос-2 (индикатор достижения компетенции ПКос-2.1; ПКос-2.2), ПКос-7 (индикатор достижения компетенции ПКос-7.1; ПКос-7.2))
	Тема 3.2. Опреснение воды методом обратного осмоса и ультрафильтрации	- Технологические схемы с использованием электродиализных опреснительных установок. (Реализуемые компетенции ПКос-2 (индикатор достижения компетенции ПКос-2.1; ПКос-2.2), ПКос-7 (индикатор достижения компетенции ПКос-7.1; ПКос-7.2))

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1	Удаление железа и марганца	Л Метод презентации лекционного материала
2	Удаление железа и марганца.	ПЗ Групповое обсуждение, дискуссия
3	Умягчение воды	Л Проблемная лекция
4	Умягчение воды	ПЗ Групповое обсуждение, дискуссия
5	Опреснение и обессоливание	Л Проблемная лекция
6	Опреснение и обессоливание	ПЗ Метод презентации лекционного материала

## 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

#### 1. Примеры тестов для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся:

1. Самый простой и часто используемый гравитационный отстойник?

- а) песколовка
  - б) осветлитель
  - в) фильтр
2. Что относится к экстракции?
- а) фильтрация
  - б) выпаривание
  - в) электрокоагуляция
3. Метод разделения компонентов раствора, основанный на различной диффузии через мембрану, предназначенный для опреснения воды?
- а) электродиализ
  - б) электрокоагуляция
  - в) электрофорез
4. Удержание частиц на поверхности фильтрующей загрузки?
- а) пленочное
  - б) беспленочное
  - в) адгезионное
5. Иониты, участвующие в обмене анионов?
- а) аниониты
  - б) катиониты
  - в) иониты-обменники
6. Как загружается фильтр (развернутый ответ)?
7. Как называется раздробленность частиц?
- а) дисперсность
  - б) диффузия
  - в) диссоциация
8. Какую температуру должны иметь сточные воды, выпускаемые в канализационную сеть?
- а) не более 20
  - б) не более 30
  - в) не более 40
9. Физико-химический процесс слипания капелек дисперсной фазы под действием сил молекулярного притяжения?
- а) коалесценция
  - б) коагуляция
  - в) адсорбция
10. Метод разделения компонентов раствора, основанный на различной диффузии через мембрану, предназначенный для опреснения воды?
- а) электродиализ
  - б) электрофорез
  - в) электрокоагуляция
11. Удержание частиц в объеме фильтрующей загрузки?
- а) пленочное
  - б) беспленочное
  - в) адгезионное
12. Иониты, участвующие в обмене катионов?
- а) катиониты

б) аниониты

в) иониты-обменники

13. Как называется раздробленность частиц?

а) диссоциация

б) дисперсность

в) диффузия

14. Способность ионитов к ионному обмену?

а) регенерация

б) обменная емкость

в) диссоциация

15. Какое рН должны иметь сточные воды, выпускаемые в канализационную сеть?

а) не более 6,5

б) около 7,0

в) не менее 9,0

16. Физико-химический процесс слипания коллоидных частиц под действием сил молекулярного притяжения с образованием грубодисперсной фазы?

а) коалесценция

б) коагуляция

в) адсорбция

17. Что относится к экстракции?

а) кристаллизация

б) фильтрация

в) электродиализ

### **3. Вопросы дискуссий**

#### **По теме 1.1. Удаление железа**

1. Источниками соединений железа в природных водах являются

2. ПДК по железу для хозяйственно-питьевой воды.

3. Какими производственными приёмами, и в какой последовательности можно удалить 2-х валентное железо?

4. Какими производственными приёмами, и в какой последовательности можно удалить сернокислотное железо?

5. Что такое деферризация воды?

6. Что в большинстве случаев сопутствует в железистой воде подземных источников?

7. Требуется ли пробное обезжелезивание при выборе технологии очистки?

8. Сколько требуется кислорода на обезжелезивание 1 мг. двухвалентного железа?

9. Какая форма железа не придает воде цвет, а определяется по привкусу?

10. Что понимаю под «черным песком» используемым для обезжелезивания?

11. Для чего удаляют  $\text{CO}_2$  при обезжелезивании воды?

#### **По теме 2.2. Реагентные методы умягчения.**

1. Какие вещества обуславливают жесткость воды?



2. Жесткость воды бывает четырех типов. Какая относится к мягкой?
3. Жесткость воды бывает четырех типов. Какая относится к очень жесткой?
4. Методы умягчения воды
5. Что снижается при термическом методе умягчения воды?
6. Что формирует жесткая вода?
7. Что понимается под термином общая жесткость?
8. Какой способ умягчения относится к реагентному методу?
9. Чем регенерируют Na-катионитовую загрузку умягчительной установки?
10. На чем основан метод катионирования умягчительной установки?
11. Какие заболевания вызывает жесткая вода?
12. ПДК жесткости воды в питьевой воде.

**По теме 3.1. Методы опреснения и обессоливания воды**

1. Что характеризует сухой остаток?
2. ПДК сухой остаток в хозяйственно-питьевой воде
3. Наиболее распространенные методы опреснения.
4. Что понимается под понятием опреснение воды?
5. Принцип действия дистилляции.
6. Что понимают под понятием опреснение воды.
7. При ионном обмене обессоливание сводится к фильтрованию воды через:
  8. Предварительная экономическая оценка опреснения воды по сравнению с другими процессами:
  9. Можно осуществлять обессоливание при известковании и баритовом умягчении.
  10. Что обозначают АН-31, Амберлайт, ЭДЭ-10П, IRA-400
  11. Что обозначают АГ-3, АГМ, КАД.
  12. Где нашло наибольшее применение: обратный осмос, электродиализ, ультрафильтрация, экстракция
  13. С какой минерализацией воды называют лечебными?
  14. С какой минерализацией воды называют столовыми?
  15. С какой минерализацией воды называют лечебно-столовыми?

**3. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию зачет.**

1. Обезжелезивание воды. Диаграмма Пурбе. Использование методов упрощенной и глубокой аэрации для обезжелезивания.
2. Обезжелезивание методом «сухой» фильтрации; с использованием намывных фильтров.
3. Реагентное обезжелезивание (на базе установки «Струя»); фильтрация через омарганцованный песок.
4. Удаление марганца из воды. Реагентные и безреагентные методы. Биохимический метод удаления марганца.
5. Умягчение воды. Реагентные методы умягчения: известковый и известково-содовый. Влияние на процесс различных факторов.

6. Бариевый, оксалатный, фосфатный методы умягчения воды.
7. Технологические схемы и аппаратное оформление установок реагентного умягчения. Устройство и принцип действия спирактора.
8. Электрохимическое умягчение воды.
9. Термический метод умягчения воды. Термоумягчитель конструкции Копьева.
10. Умягчение воды диализом.
- 11 Умягчение воды с использованием катионообменных смол. Катиониты и их свойства.
12.  $H^+$ -катионирование;  $Na^+$ -катионирование;  $H^+$ -  $Na^+$ -катионирование. Регенерация катионитов.
13.  $H^+$ - $Na^+$ - катионирование при голодном режиме регенерации  $H^+$ -катионитовых фильтров.
14.  $NH_4^+$ - катионирование.
15. Реагентное умягчение в сочетании с  $Na^+$ - катионированием.
16. Методы глубокого умягчения с использованием катионирования. Противоточное катионирование.
17. Эксплуатация катионитовых фильтров.
18. Реагентное хозяйство при использовании катионитового умягчения воды (солевое, кислотное хозяйство).
19. Методы опреснения и обессоливания воды. Опреснение методом электродиализа.
20. Технологические схемы с использованием электродиализных опреснительных установок.
21. Опреснение воды методами: ионного обмена, обратного осмоса, дистилляцией.
22. Обессоливание воды.
23. Перечислить механические методы очистки
24. Перечислить физико-химические методы очистки
25. От чего зависит проницаемость мембраны?
26. Перечислить безреагентные методы подготовки воды?
27. Перечислить химические методы очистки
28. Для чего применяется флотация?
29. Основные виды электрохимической обработки?
30. От чего зависит проницаемость мембраны?
31. Перечислить безреагентные методы подготовки воды?
32. Где нашло наибольшее применение: обратный осмос, электродиализ, ультрафильтрация, экстракция
33. Для чего применяется сорбция?
34. Основные виды электрохимической обработки

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться балльно-рейтинговая/традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

Таблица 7

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
85-100	Отлично	зачет
70-84	Хорошо	
60-69	Удовлетворительно	
0-59	Неудовлетворительно	незачет

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов используются следующие критерии выставления «зачтено» или «не зачтено».

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

Уровень успеваемости	Критерии оценивания
<b>Достаточный (зачтено)</b>	Заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий / хороший (средний) / достаточный.</b>
<b>Минимальный (не зачтено)</b>	Заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Павлинова, И. И. Водоснабжение и водоотведение : учебник и практикум для вузов / И. И. Павлинова, В. И. Баженов, И. Г. Губий. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 380 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00626-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488857>
2. Феофанов, Ю. А. Инженерные сети: современные трубы и изделия для ремонта и строительства : учебное пособие для вузов / Ю. А. Феофанов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 157 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04169-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491605>
3. Курочкин, Е. Ю. Инженерные системы водоснабжения, водоотведения, теплогазоснабжения : учебное пособие для вузов / Е. Ю. Курочкин, Е. П. Лашкинский. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 151 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14904-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496957>

## 7.2 Дополнительная литература

1. Хургин, Р. Е. Внутренние системы водоснабжения и водоотведения : учебное пособие : в 2 частях / Р. Е. Хургин, В. А. Нечитаева. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2020 — Часть 1 : Водоснабжение — 2020. — 84 с. — ISBN 978-5-7264-2346-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165174>
2. Каблуков, Олег Викторович. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И МОНИТОРИНГ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ: учебное пособие / О. В. Каблуков; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2018. — 286 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo353.pdf>
3. Кочетова, Нина Геннадиевна. Сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение территорий: методические указания / Н. Г. Кочетова, Э. Е. Назаркин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А. Н. Костякова, Кафедра сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения. — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018. — 78 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo305.pdf>

## 7.3 Нормативные правовые акты

1. СНиП 2.04.02-84\* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.- М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000.
2. СанПиН 2.1.4.1074 -01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.: Инф.-изд. центр Госкомсанэпиднадзора России, 2001 – 111 с.

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

1. Квитка Л.А., Улучшение качества природных вод: методические указания / Л.А. Квитка, Москва, 2018 — 78 с.

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

1. Электронный каталог Научно-Технической Библиотеки Кафедры с/х водоснабжения и водоотведения РГАУ-МСХА (<http://isvov.ru>) (<http://isvov.ru>) ([открытый](#) доступ)

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) Справочная правовая система «КонсультантПлюс».

Таблица 9

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Удаление железа. Удаление из воды марганца. Методы дегазации воды.	Microsoft Office	Расчетная, работа с таблицами	Microsoft	2010

**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
29/104	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Парты – 21 шт.</li> <li>2. Стулья -33 шт</li> <li>3. Доска меловая -1 шт.</li> <li>4. Компьютер Pentium-III 4шт. (21013400000013).2000 г.* (21013400000014) 2000 г.* (21013400000015).2000 г.* (21013400000016) 2000 г.*</li> <li>5. Принтер HP Laser Jet P2035N (210134000000579)</li> <li>6. Спецрезак для углерод содержащих электродов (210136000002557)</li> <li>7. Прибор вакуумног фильтрация ПВФ-35 (21013400000017)2002г*</li> <li>8. Осветитель ОИ-35 (21013400000018)2002 г.*</li> <li>9. Озонатор НЛО-810 (210134000000552)</li> <li>10. Ионмер ЭКОТ-ЕСТ-120 (210136000000178)</li> <li>11. Анализатор вольтамперометрический ТА-4 (4101240000602821)</li> <li>12. Концентратомер Кн-2м с ГСО (4101240000602822)</li> <li>13. Экстрактор ЭЛ-1 (4101240000602823)</li> <li>14. Телевизор AV-2551TEE (410134000000001)</li> <li>15. В/ магнитофон JVC HR J255EE (410134000000002)</li> <li>16. Кондуктометр АНИОН-7020 (410134000000048)</li> <li>17. РН-метр рН-150М (410134000000049)</li> <li>18. Аквадистиллятор электр ДЭ-10- мод789 (410134000000052)</li> <li>19. Модель кольцевой водопроводной сети (410134000000053)</li> <li>20. Шкаф вытяжной ВШ-2 (410134000000699)</li> <li>21. Шкаф вытяжной Ш2В-НЖ (410134000000051)</li> <li>22. Мойка двойная пристенная двухчашевая М- (410134000000051)</li> </ol>

	<p><b>23. Устройство для просушивания посуды ПЭ-2000</b> (410134000000051)</p> <p><b>24. Шкаф для лабораторной посуды 44.15</b> (210136000000490); (210136000000491)</p> <p><b>25. Стол лабораторный 16.01 с тумбой 1200x600x750:</b> (210136000000492); (210136000000493); (210136000000494); (210136000000495); ( 210136000000496)</p> <p><b>26. Стол лабораторный для титрования 10.21.:</b> (210136000000497); (210136000000498)</p> <p><b>27. Установка для обработки воды</b> (410124000602757)</p>
Библиотека, читальный зал: корпус 29, 1-ый этаж, читальный зал Библиотека имени Н.И. Железнова, Лиственничная аллея, д. 2к1.	
Общежития Комнаты для самоподготовки	

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

**Цель методических рекомендаций** – научить студента эффективным приемам работы, помочь перейти от деятельности, выполняемой под руководством преподавателя, к деятельности, организуемой самостоятельно, к замене контроля со стороны преподавателя самоконтролем.

### **Задачи методических рекомендаций.**

#### **Научить студента:**

- рациональным приемам работы при изучении материала и подготовке и к сдаче экзаменов;
- эффективно использовать консультации преподавателя;
- применять критерии оценки самооценки при изучении материала;
- результативно работать с литературой;

Основными формами обучения студентов являются лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа, и консультации.

#### ***Общие правила и приемы конспектирования лекций***

1. Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля (4-5 см) для дополнительных записей.

2. Необходимо записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки.

3. Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их.

4. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

5. Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

В конспект следует заносить всё, что преподаватель пишет на доске, а также рекомендуемые схемы, таблицы, диаграммы и т.д.

6. Прослушанную лекцию необходимо незамедлительно проработать, что значительно экономит время и способствует лучшему усвоению материала.

### **Методические рекомендации по работе с литературой**

Особое место среди видов самостоятельной работы занимает работа с литературой, являющаяся основным методом самостоятельного овладения знаниями. Перечень и объем литературы, необходимой для изучения дисциплины «Специальные методы очистки природных вод», определяется программой курса и другими методическими рекомендациями.

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные и методические пособия, научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными рабочей программой и требованиями дидактики.

При работе с литературой рекомендуется:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.
- не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали.
- провести критический разбор текста с последующим конспектированием.
- ответить после прочтения на вопросы, подготовленные к тексту.

Немаловажную роль играют записи, сделанные в процессе чтения материала. Они являются серьезным подспорьем в подготовке к экзаменам, т.к. позволяют включать глубинную память и воспроизводить содержание ранее прочитанной книги.

Существует три основных способа записи:

а) запись интересных, важных для запоминания или последующего использования положений и фактов;

б) последовательная запись мыслей автора, по разделам, главам, параграфам книги. Такая запись требует творческой переработки прочитанного, что способствует прочному усвоению содержания книги;

в) краткое изложение прочитанного: содержание страниц укладывается в несколько фраз, содержание глав - в несколько страниц связного текста. Этот вид записи проще, ближе к первоисточнику, но при этом творческая мысль читателя пассивнее, а поэтому усвоение материала слабее

Важной составляющей научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к этому списку.

**Консультации** являются эффективными формами обучения. Они используются для оказания помощи студентам при подготовке к текущей и итоговой аттестации, лекциям, практическим занятиям, а также индивидуальной

работы преподавателя со студентами, желающими углубленно изучить материал.

**Основные рекомендации для организации самостоятельной работы:**

- перед изучением новой темы пройдите «входной контроль», что позволит выявить и устранить пробелы в знаниях;

- при ознакомлении с новым разделом материала определите на решение, каких задач он направлен в теоретическом и практическом плане, на какие профессиональные компетентности обращен, с какими разделами предыдущего материала связан;

- систематически прорабатывайте материал аудиторных занятий (по конспектам учебной и научной литературе), выполняйте домашние задания, расчетно-графические работы и упражнения, готовьте доклады для выступлений на семинарах и практических занятиях, тематических дискуссиях и деловых играх;

- регулярно проводите текущий самоконтроль пройденного материала, применяя для этого вопросы и тесты;

- используйте консультации преподавателя для получения разъяснений по сложным разделам материала и текущего контроля знаний;

- используйте кафедральные методические указания по выполнению самостоятельных домашних заданий, расчетно-графических работ и упражнений;

**Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший занятия, обязан ознакомиться с теоретическим материалом по теме пропущенного занятия; предварительно выполнив пропущенный расчет, прийти на консультацию к преподавателю для проверки правильности выполненного расчета.

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

**1. Лекции**

Используются следующие методы, средства и формы обучения:

**1. Методы обучения.** В процессе чтения лекции необходимо привлекать студентов активно принимать участие в усвоении и понимании материала, задавая вопросы и комментируя ответы студентов.

**а) по характеру познавательной деятельности:**

- репродуктивный,
- проблемный.

**б) по источнику знаний:**

- словесный,
- наглядный (схемы, рисунки, модели, презентации).

**Контроль усвоения** осуществляется путем проведения контрольной работы и зачета.

**2. Практические занятия**



Проведение практических занятий должно соответствовать их основной цели: формированию необходимых умений и навыков.


Формы практических занятий могут быть разные: обсуждение и анализ, тестирование по теме занятий, и др.

При подготовке к практическому занятию преподавателю необходимо уточнить план его проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с новыми публикациями. Завести рабочую тетрадь, в которой учитывать посещаемость занятий студентами и оценивать их работу в соответствующих баллах. Оказывать методическую помощь студентам в подготовке рефератов по вопросам обсуждаемой темы.

При проведении практических занятий могут быть использованы различные методы организации учебной работы. Более высокий уровень самостоятельности студентов на практических занятиях может быть достигнут при работе по индивидуальным заданиям под руководством преподавателя.

**Программу разработал:**

Гречищева Н.Ю д.х.н., профессор



(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

**на рабочую программу дисциплины «Специальные методы очистки природных вод» ОПОП ВО по направлению 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» профиль «Цифровизация инженерной инфраструктуры (систем водоснабжения и водоотведения)» (квалификация выпускника – бакалавр)**

Хановым Нартмиром Владимировичем, профессором кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева доктором технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Специальные методы очистки природных вод» ОПОП ВО по направлению 20.03.02 – «Природообустройство и водопользование», направленность «Цифровизация инженерной инфраструктуры (систем водоснабжения и водоотведения)» (квалификация выпускника – бакалавр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения (разработчик – Гречищева Н.Ю д.х.н., профессор)

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Специальные методы очистки природных вод» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 20.03.02 – «Природообустройство и водопользование». 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 относится к вариативной части учебного цикла – Б1.В.15.03

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 20.03.02 – «Природообустройство и водопользование»

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Специальные методы очистки природных вод» закреплено **3 компетенций**. Дисциплина «Специальные методы очистки природных вод» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Специальные методы очистки природных вод» составляет 3 зачётных единицы (108 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Специальные методы очистки природных вод» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 20.03.02 – «Природообустройство и водопользование» и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина

не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области Природообустройство и водопользование в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.

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

9. Программа дисциплины «Специальные методы очистки природных вод» предполагает 6 занятий в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 20.03.02 – «Природообустройство и водопользование»..

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, тестировании, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В.15.03 ФГОС направления 20.03.02 – «Природообустройство и водопользование».

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 2 наименований, периодическими изданиями – 2 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 2 источника и соответствует требованиям ФГОС направления 20.03.02 – «Природообустройство и водопользование».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Специальные методы очистки природных вод» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Специальные методы очистки природных вод».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Специальные методы очистки природных вод» ОПОП ВО по направлению 20.03.02 – «Природообустройство и водопользование», направленность «Цифровизация инженерной инфраструктуры (систем водоснабжения и водоотведения)» (квалификация бакалавр), разработанная Гречищевой Н.Ю д.х.н., профессор соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

**Рецензент:** Ханов Н.В., профессор кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева», доктор технических наук.

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

«22» .08 2022г.