

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(МИ ВлГУ)**

Кафедра *ТБ*

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_ 17.05.2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Очистка сточных вод*

**Направление подготовки**

*20.04.01 Техносферная безопасность*

**Профиль подготовки**

*Безопасность жизнедеятельности в  
техносфере*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Прак- тические занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
<b>2</b>	<b>72 / 2</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>1,6</b>	<b>0,25</b>	<b>33,85</b>	<b>38,15</b>	<b>Зач.</b>
<b>Итого</b>	<b>72 / 2</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>1,6</b>	<b>0,25</b>	<b>33,85</b>	<b>38,15</b>	

Муром, 2022 г.

## 1. Цель освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются формирование у студента понятия об использовании методов и средств очистки воды производственных и сточных вод.

Полученные знания должны позволить студентам решать проблемы, связанные с очисткой производственных и сточных вод; уметь применять и комбинировать различные методы очистки производственных и сточных вод.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Изучение дисциплины «Очистка сточных вод» базируется на следующих дисциплинах: «Мониторинг окружающей среды», «Современные проблемы в области защиты окружающей среды», «Источники загрязнения среды обитания» и др. Дисциплина является базой изучения дисциплин «Процессы и аппараты защиты окружающей среды», «Расчет и проектирование систем обеспечения экологической безопасности» и для написания выпускной квалификационной работы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-3 Способен ориентироваться в полном спектре научных проблем профессиональной области	ПК-3.3 Решает проблемы экологической безопасности	знать основные принципы очистки сточных вод (ПК-3.3) уметь решать проблемы очистки сточных вод (ПК-3.3)	тест

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: высшее.

Срок обучения 2г.

#### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Методы очистки сточных и природных вод	2	4	4						5	тестирование
2	Очистка сточных и природных вод химическими методами	2	6	4						13	тестирование
3	Адсорбционные методы очистки природных и сточных вод	2	4	6						9	тестирование
4	Биохимическая очистка сточных вод	2	2	2						11,15	тестирование
Всего за семестр		72	16	16				1,6	0,25	38,15	Зач.
Итого		72	16	16				1,6	0,25	38,15	

#### 4.1.2. Содержание дисциплины

##### 4.1.2.1. Перечень лекций

##### Семестр 2

*Раздел 1. Методы очистки сточных и природных вод*

##### Лекция 1.

Виды сточных вод и методы их очистки (2 часа).

##### Лекция 2.

Очистка сточных и природных вод механическими методами (2 часа).

*Раздел 2. Очистка сточных и природных вод химическими методами*

##### Лекция 3.

Очистка сточных вод нейтрализацией (2 часа).

##### Лекция 4.

Очистка сточных и природных вод окислением (2 часа).

##### Лекция 5.

Очистка сточных вод восстановлением (2 часа).

*Раздел 3. Адсорбционные методы очистки природных и сточных вод*

##### Лекция 6.

Адсорбционные методы очистки. Конструкции адсорберов (2 часа).

## **Лекция 7.**

Очистка природных и сточных вод методом ионного обмена (2 часа).

### *Раздел 4. Биохимическая очистка сточных вод*

## **Лекция 8.**

Биохимическая очистка сточных вод (2 часа).

### **4.1.2.2. Перечень практических занятий**

#### **Семестр 2**

##### *Раздел 1. Методы очистки сточных и природных вод*

#### **Практическое занятие 1**

Расчет оборотной системы водоснабжения (2 часа).

#### **Практическое занятие 2**

Определение расчетной массовой концентрации загрязнений в сточных водах (2 часа).

##### *Раздел 2. Очистка сточных и природных вод химическими методами*

#### **Практическое занятие 3**

Расчет фильтров различных типов конструкции для очистки сточных вод (2 часа).

#### **Практическое занятие 4**

Использование отстойников в системах водоподготовки и очистки сточных вод. Расчет горизонтального отстойника (2 часа).

##### *Раздел 3. Адсорбционные методы очистки природных и сточных вод*

#### **Практическое занятие 5**

Адсорбционный метод очистки сточных вод. Расчет адсорбера с неподвижным слоем загрузки (2 часа).

#### **Практическое занятие 6**

Ионитное обессоливание воды. Расчет катионитного и анионитного фильтров первой ступени (2 часа).

#### **Практическое занятие 7**

Флотационный метод очистки сточных вод. Расчет напорного флотатора (2 часа).

##### *Раздел 4. Биохимическая очистка сточных вод*

#### **Практическое занятие 8**

Биохимическая очистка сточных вод. Расчет аэротенков (2 часа).

### **4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

### **4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Виды промышленных сточных вод.
2. Методы очистки сточных вод.
3. Системы оборотного водоснабжения.
4. Свойства сточных вод. Расчет отстойников.
5. Очистка сточных вод отстаиванием.
6. Очистка сточных вод в открытом гидроциклоне.
7. Очистка сточных вод в напорном гидроциклоне.
8. Очистка сточных вод окислением хлором.
9. Очистка сточных вод окислением озоном.
10. Очистка сточных вод окислением пероксидом водорода.
11. Методы термического обезвреживания.
12. Концентрирование сточных вод в выпарных установках.
13. Очистка вымораживанием и кристаллизацией.
14. Термоокислительные методы обезвреживания сточных вод.
15. Требования к адсорбентам.
16. Адсорбционные установки.

17. Очистка сточных вод ионным обменом.
18. Очистка сточных вод методом напорной флотации.
19. Очистка сточных вод флотацией с механическим диспергированием воздуха.
20. Очистка сточных вод флотацией с подачей воздуха через пористые материалы.
21. Очистка сточных вод коагуляцией и флокуляцией.
22. Очистка сточных вод анодным окислением, катодным восстановлением.
23. Очистка сточных вод электрофлотацией.
24. Очистка сточных вод электрокоагуляцией.
25. Очистка сточных вод электродиализом.
26. Аэробная биохимическая очистка сточных вод.
27. Факторы влияющие на скорость биохимического окисления сточных вод.
28. Биохимический показатель.
29. Состав активного ила и биопленки.
30. Поля фильтрации. Поля орошения. Биологические пруды.
31. Виды аэротенков.
32. Очистка в аэротенках.
33. Очистка в биофильтрах.
34. Анаэробная биохимическая очистка сточных вод.
35. Метановое брожение. Стадии процесса брожение.
36. Классификация осадков.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

#### **4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

### **5. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении практических работ применяется имитационный или симуляционный подход. Шаги решения задач студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. В дальнейшем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

### **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

### **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

#### **7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Обработка осадков городских сточных вод : учебное пособие / Л. Р. Хисамеева, А. С. Селюгин, Р. Н. Абитов [и др.]. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 105 с. - <https://www.iprbookshop.ru/116449>
2. Проектирование систем сбора и очистки поверхностных сточных вод : учебное пособие / Е. И. Вялкова, С. В. Максимова, Ю. А. Иванюшин, А. М. Фугаева. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2020. — 140 с. - <https://www.iprbookshop.ru/115058>
3. Кутузов, А. Г. Очистка сточных вод : учебно-методическое пособие / А. Г. Кутузов, Г. Р. Патракова, М. А. Рузанова. — Казань : Издательство КНИТУ, 2020. — 108 с. - <https://www.iprbookshop.ru/121020>

4. Разработка и проектирование сооружений очистки сточных вод : учебно-методическое пособие / Е. В. Алексеев, Е. С. Гогина, Н. А. Макиша, С. Е. Алексеев. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2019. — 57 с. - <https://www.iprbookshop.ru/95531>

## **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Соколов, Л. И. Очистка эмульсионных сточных вод в машиностроении : монография / Л. И. Соколов. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 78 с. - <https://www.iprbookshop.ru/115222>

2. Экспериментальные методы в очистке сточных вод : монография / Лопес-Васкес М. Карлос, Д. Брджанович, Э. Р. Рене [и др.] ; ван ред. [и др.] ; перевод Н. В. Кахаева. — Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2020. — 346 с. - <https://www.iprbookshop.ru/117077>

3. Ветошкин, А. Г. Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. — 2-е изд. — Москва : Инфра-Инженерия, 2019. — 296 с. - <https://www.iprbookshop.ru/86589>

4. Гудков, А. Г. Механическая очистка сточных вод : учебное пособие / А. Г. Гудков. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 188 с. - <https://www.iprbookshop.ru/86601>

5. Обработка и утилизация осадков городских сточных вод : учебник / Э. П. Доскина, А. В. Москвичева, Е. В. Москвичева, А. А. Геращенко. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 220 с. - <https://www.iprbookshop.ru/86610>

## **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Информационно-правовой портал. Режим доступа: <http://www.garant.ru>

Научная электронная библиотека. Режим доступа: [elibrary.ru](http://elibrary.ru)

Электронная библиотека издательства Springer. Режим доступа: <https://link.springer.com/>

- (доступ из локальной сети института)

Электронная библиотека «ЭВРИКА». Режим доступа: <https://evrika.mivlgu.ru/>

Электронная библиотечная система. Режим доступа: [iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)

Справочно-правовая система КонсультантПлюс. Режим доступа:

<http://www.consultant.ru>

Программное обеспечение:

Не предусмотрено.

## **7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

[iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционная аудитория

проектор NEC Projector MP40G; ноутбук Acer 5720G-302G16Mi.

Лаборатория общей и неорганической химии

Вытяжные шкафы «Ламинар»; комплекс для анализа тяжелых металлов; химический мультиметр с набором ионоселективных электродов; печь сушильная; весы аналитические ВЛТ-1; весы лабораторные ВЛТэ-150; весы лабораторные ВЛТэ-150; вискозиметр стеклянный; реохорд; специальная химическая посуда; водяная и песчаная баня; электроплитки; штативы химические с держателями; секундомеры; ионметр Микон-2; рН-метр ИПЛ-311.

## **9. Методические указания по освоению дисциплины**

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. Каждой подгруппе обучающихся преподаватель выдает задачу. В конце занятия обучающие демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению  
20.04.01 *Техносферная безопасность* и профилю подготовки *Безопасность  
жизнедеятельности в техносфере*  
Рабочую программу составил д.т.н., профессор Булкин В.В. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТБ*

протокол № 18 от 11.05.2022 года.

Заведующий кафедрой *ТБ* \_\_\_\_\_ *Шарапов Р.В.*

(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической  
комиссии факультета

протокол № 6 от 12.05.2022 года.

Председатель комиссии МСФ \_\_\_\_\_ *Калиниченко М.В.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине**  
Очистка сточных вод

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине**

Тесты

1. Адсорбция – это
  - а) процесс поглощения паров или газов из газовых или паро-газовых смесей жидкими поглотителями
  - б) процесс поглощения паров или газов из газовых или паро-газовых смесей твердыми поглотителями
  - в) связывание агрессивных и вредных компонентов различными добавляемыми реагентами
- 2 К основным типам промышленных адсорбентов относятся
  - а) карбонат кальция, сульфид свинца, хлорид натрия
  - б) оксид цинка, оксид магния, оксид кальция
  - в) активные угли, силикагели, алюмогели, цеолиты.
- 3 Силикагели имеют общую химическую формулу
  - а)  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
  - б)  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где  $0 < n < 0,6$
  - в)  $\text{Me}_2/n\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$
- 4 Алюмогель имеют общую химическую формулу
  - а)  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
  - б)  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где  $0 < n < 0,6$
  - в)  $\text{Me}_2/n\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$
- 5 Цеолиты имеют общую химическую формулу
  - а)  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
  - б)  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где  $0 < n < 0,6$
  - в)  $\text{Me}_2/n\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$
6. В качестве адсорбентов используют
  - а) пористые материалы
  - б) гладкие монолиты
  - в) жидкости
- 7 Сточная вода – это вода
  - а) используемая в системах оборотного водоснабжения
  - б) в которой в результате загрязнения изменился первоначальный химический состав или физические свойства
  - в) применяемая в технологических процессах
- 8 При загрязнении сточной воды ее вязкость
  - а) не изменяется
  - б) уменьшается
  - в) увеличивается
- 9 При загрязнении сточной воды ее плотность
  - а) не изменяется
  - б) уменьшается
  - в) увеличивается
10. Если при очистке сточных вод загрязняющие вещества разрушаются, это
  - а) деструктивная очистка
  - б) рекуперативная очистка
  - в) нейтрализация
11. К химическим методам очистки сточных вод относятся
  - а) отстаивание, процеживание, удаление под действием центробежных сил
  - б) коагуляция, флокуляция, электродиализ

- в) окисление, восстановление, нейтрализация
  - г) флотация, адсорбция, электрокоагуляция
12. Если при очистке сточных вод загрязняющие вещества извлекаются, это
- а) деструктивная очистка
  - б) рекуперативная очистка
  - в) нейтрализация
13. Для очистки сточной воды от твердых нерастворимых частиц используют:
- а) биохимическую очистку
  - б) химическую очистку
  - в) термическую очистку
  - г) механическую очистку
14. К какому методу очистки относится электрокоагуляция:
- а) механический
  - б) химический
  - в) термический
  - г) физико-химический
15. Метод удаления из сточных вод растворимых примесей, основанный на связывании агрессивных и вредных компонентов различными добавляемыми реагентами - это
- а) механическая очистка
  - б) биохимическая очистка
  - в) термическая очистка
  - г) химическая очистка
16. К какому методу очистки относится очистка сточных вод восстановлением
- а) механический
  - б) химический
  - в) термический
  - г) физико-химический
17. Иониты, способные поглощать из растворов электролитов положительные ионы, называются
- а) катионитами
  - б) анионитами
  - в) амфотерными
18. Для очистки сточных вод от соединений шестивалентного хрома восстановлением используют
- а) перманганат калия, бихромат калия
  - б) хлорид натрия, сульфат натрия
  - в) сульфат железа (II), гидросульфит натрия
  - г) сульфат кальция, пиролюзит
19. Для проведения процесса отстаивания используют
- а) адсорберы, скрубберы
  - б) циклоны, центрифуги
  - в) флотаторы, коагуляторы
  - г) песколовки, отстойники
20. Механическую очистку сточных вод можно провести в
- а) электролизере, автоклаве
  - б) фильтре, гидроциклоне
  - в) биофильтре, аэротенке
  - г) кристаллизаторе, озонаторе
21. Для очистки сточных вод химическим методом используют следующие окислители
- а) хлор, диоксид хлора, перманганат калия, бихромат калия, озон
  - б) хлорид натрия, сульфат натрия, пиролюзит, водород
  - в) водород, железный порошок, гидросульфит натрия
  - г) сульфат натрия, сульфат кальция, пиролюзит, водород
22. Для очистки сточных вод от ртути и ее соединений восстановлением используют
- а) перманганат калия, бихромат калия, пероксид водорода
  - б) хлорид натрия, сульфат натрия, пиролюзит

- в) сульфид железа, гидросульфит натрия, железный порошок
23. К какому методу очистки относится адсорбция:
- а) механический
  - б) химический
  - в) термический
  - г) физико-химический
24. Если процесс адсорбционной очистки сточной воды ведут при фильтровании воды через слой адсорбента используют активный уголь в виде частиц размером
- а) 0,1 мм и меньше
  - б) 0,5 - 1мм
  - в) 1,5-5 мм
  - г) 10-15 мм
25. Если процесс адсорбционной очистки сточной воды ведут в псевдоожиженном слое используют активный уголь в виде частиц размером
- а) 0,1 мм и меньше
  - б) 0,5 - 1мм
  - в) 1,5—5 мм
  - г) 10-15 мм
26. К неорганическим природным ионитам относятся
- а) силикагели, пермутиты, оксиды и гидроксиды алюминия, хрома, циркония
  - б) гуминовые кислоты почв и углей
  - в) цеолиты, глинистые минералы, полевые шпаты
27. К неорганическим синтетическим ионитам относятся
- а) силикагели, пермутиты, оксиды и гидроксиды алюминия, хрома, циркония
  - б) гуминовые кислоты почв и углей
  - в) цеолиты, глинистые минералы, полевые шпаты
28. Катиониты регенерируют
- а) 2-8% растворами щелочей
  - б) 2-8% растворами кислот
  - в) 2-8% раствором йода
29. Аниониты регенерируют
- а) 2-8% растворами щелочей б) 2-8% растворами кислот
  - в) 2-8% раствором йода
30. Коагуляция - это
- а) процесс мембранного разделения растворенных или диспергированных частиц, основанный на различиях в их молекулярной массе или размерах и протекающий под действием давления
  - б) процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов с помощью избирательных растворителей
  - в) процесс фильтрации воды через пористую перегородку, в ходе которого твердые частицы задерживаются, а вода полностью проходит сквозь нее
  - г) процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты.
31. В качестве коагулянтов используют соли
- а) натрия и калия,
  - б) железа и алюминия
  - в) магния и кальция
  - г) олова и свинца
32. В качестве флокулянтов используют
- а) гидроксид алюминия
  - б) хлорид натрия
  - в) полиакриламид
33. В качестве коагулянтов используют следующие соединения
- а)  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$

б)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

в)  $\text{NaAlO}_2$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

г)  $\text{NaCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$

34. Для обезвреживания органических примесей, которые окисляются микроорганизмами используют:

а) механическую очистку

б) физико-химическую очистку

в) термическую очистку

г) биохимическую очистку

35. Флокуляция – это

а) процесс агрегации взвешенных частиц при добавлении в сточную воду высокомолекулярных соединений

б) процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов с помощью избирательных растворителей

в) процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты.

36. Ионный обмен – это

а) процесс мембранного разделения растворенных или диспергированных частиц, основанный на различиях в их молекулярной массе или размерах и протекающий под действием давления

б) процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов с помощью избирательных растворителей

в) процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты.

г) процесс взаимодействия раствора с твердой фазой, обладающей свойствами обменивать ионы, содержащиеся в ней, на другие ионы, присутствующие в растворе.

37. Эффективность электрохимических методов оценивается

а) производительностью труда, качеством работы

б) сопротивлением, расходом окислителя, выходом продукта реакции

в) плотностью тока, коэффициентом полезного использования напряжения, выходом по току

38. В качестве анодов при электрохимическом окислении используют

а) графит, диоксид свинца, рутения, которые наносят на титановую основу

б) молибден, сплавы вольфрама с железом или никелем

в) оксид алюминия, хлорид натрия, алюминий

39. Процесс электрокоагуляционной очистки сточных вод основан на следующих реакциях

а)  $\text{Al} - 3\text{e} \rightarrow \text{Al}^{3+}$ ,  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ ,  $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$

б)  $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ ,  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

в)  $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 12\text{e} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$

г)  $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ ,  $\text{Me}^+ + \text{ne}^- \rightarrow \text{Me}_0$

40. При проведении электрокоагуляционной очистки сточных вод в качестве анодов используют

а) ОРТА, медь

б) платину, графит

в) титан, платину

г) железо, алюминий

41. К какому методу очистки относится электрофлотация:

а) механический

б) химический

в) термический

г) физико-химический

42. Процесс электрофлотационной очистки сточных вод основан на следующих реакциях

- а)  $Al - 3e \rightarrow Al^{3+} + 2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$   $Al^{3+} + 3OH^- \rightarrow Al(OH)_3$
- б)  $2H_2O - 4e \rightarrow O_2 + 4H^+$   $2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$
- в)  $2H_2O - 4e \rightarrow O_2 + 4H^+$   $Cr^{2+} + 7H_2O - 6e \rightarrow Cr^{6+} + 14H^+$
- г)  $2H_2O - 4e \rightarrow O_2 + 4H^+$   $Me^+ + ne^- \rightarrow Me^0$

43. Процесс жидкофазного окисления сточных вод проводят при температуре

- а) 800-1100 °C
- б) 400-600 °C
- в) 200-300 °C
- г) 50-100 °C

44. Концентрирование сточных вод проводят в

- а) горизонтальных, вертикальных, радиальных отстойниках
- б) испарительных, вымораживающих и кристаллогидратных установках
- в) циклонных, шахтных, камерных печах

45. Процесс парофазного окисления сточных вод проводят при температуре

- а) 50-100 °C
- б) 200-300 °C
- в) 400-600 °C
- г) 800-1100 °C

46. Конечными продуктами термоокислительной очистки сточных вод от органических соединений являются

- а) метан и сероводород
- б) углекислый газ и вода
- в) азот и кислород
- г) озон и водяной пар

#### Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	тестирование, 3 практических задания,	30
Рейтинг-контроль 2	тестирование, 3 практических задания,	30
Рейтинг-контроль 3	тестирование, 2 практических задания,	20
Посещение занятий студентом	Посещение занятий студентом	10
Дополнительные баллы (бонусы)	Дополнительные баллы (бонусы)	5
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы	Выполнение семестрового плана самостоятельной работы	5

## 2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

ПК-3

Блок 1 (знать)

1. Адсорбция – это

а) процесс поглощения паров или газов из газовых или паро-газовых смесей жидкими поглотителями

б) процесс поглощения паров или газов из газовых или паро-газовых смесей твердыми поглотителями

в) связывание агрессивных и вредных компонентов различными добавляемыми реагентами

2 К основным типам промышленных адсорбентов относятся

а) карбонат кальция, сульфид свинца, хлорид натрия

б) оксид цинка, оксид магния, оксид кальция

в) активные угли, силикагели, алюмогели, цеолиты.

3 Силикагели имеют общую химическую формулу

а)  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

б)  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где  $0 < n < 0,6$

в)  $\text{Me}_{2/n}\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$

4 Алюмогель имеют общую химическую формулу

а)  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

б)  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где  $0 < n < 0,6$

в)  $\text{Me}_{2/n}\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$

5 Цеолиты имеют общую химическую формулу

а)  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

б)  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где  $0 < n < 0,6$

в)  $\text{Me}_{2/n}\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$

6. В качестве адсорбентов используют

а) пористые материалы

б) гладкие монолиты

в) жидкости

7 Сточная вода – это вода

а) используемая в системах оборотного водоснабжения

б) в которой в результате загрязнения изменился первоначальный химический состав или физические свойства

в) применяемая в технологических процессах

8 При загрязнении сточной воды ее вязкость

а) не изменяется

б) уменьшается

в) увеличивается

9 При загрязнении сточной воды ее плотность

а) не изменяется

б) уменьшается

в) увеличивается

10. Если при очистке сточных вод загрязняющие вещества разрушаются, это

а) деструктивная очистка

б) рекуперативная очистка

в) нейтрализация

11. К химическим методам очистки сточных вод относятся

а) отстаивание, процеживание, удаление под действием центробежных сил

б) коагуляция, флокуляция, электродиализ

в) окисление, восстановление, нейтрализация

г) флотация, адсорбция, электрокоагуляция

12. Если при очистке сточных вод загрязняющие вещества извлекаются, это

а) деструктивная очистка

б) рекуперативная очистка

в) нейтрализация

13. Для очистки сточной воды от твердых нерастворимых частиц используют:

а) биохимическую очистку

- б) химическую очистку
- в) термическую очистку
- г) механическую очистку

14. К какому методу очистки относится электрокоагуляция:

- а) механический
- б) химический
- в) термический
- г) физико-химический

15. Метод удаления из сточных вод растворимых примесей, основанный на связывании агрессивных и вредных компонентов различными добавляемыми реагентами - это

- а) механическая очистка б) биохимическая очистка
- в) термическая очистка г) химическая очистка

16. К какому методу очистки относится очистка сточных вод восстановлением

- а) механический
- б) химический
- в) термический
- г) физико-химический

17. Иониты, способные поглощать из растворов электролитов положительные ионы, называются

- а) катионитами
- б) анионитами
- в) амфотерными

Блок 2 (уметь)

1. Для очистки сточных вод от соединений шестивалентного хрома восстановлением используют

- а) перманганат калия, бихромат калия
- б) хлорид натрия, сульфат натрия
- в) сульфат железа (II), гидросульфит натрия
- г) сульфат кальция, пиролюзит

2. Для проведения процесса отстаивания используют

- а) адсорберы, скрубберы
- б) циклоны, центрифуги
- в) флотаторы, коагуляторы
- г) песколовки, отстойники

3. Механическую очистку сточных вод можно провести в

- а) электролизере, автоклаве
- б) фильтре, гидроциклоне
- в) биофильтре, аэротенке
- г) кристаллизаторе, озонаторе

4. Для очистки сточных вод химическим методом используют следующие окислители

- а) хлор, диоксид хлора, перманганат калия, бихромат калия, озон
- б) хлорид натрия, сульфат натрия, пиролюзит, водород
- в) водород, железный порошок, гидросульфит натрия
- г) сульфат натрия, сульфат кальция, пиролюзит, водород

5. Для очистки сточных вод от ртути и ее соединений восстановлением используют

- а) перманганат калия, бихромат калия, пероксид водорода
- б) хлорид натрия, сульфат натрия, пиролюзит
- в) сульфид железа, гидросульфит натрия, железный порошок

6. К какому методу очистки относится адсорбция:

- а) механический
- б) химический
- в) термический
- г) физико-химический

7. Если процесс адсорбционной очистки сточной воды ведут при фильтровании воды через слой адсорбента используют активный уголь в виде частиц размером
- а) 0,1 мм и меньше
  - б) 0,5 - 1мм
  - в) 1,5-5 мм
  - г) 10-15 мм
8. Если процесс адсорбционной очистки сточной воды ведут в псевдооживленном слое используют активный уголь в виде частиц размером
- а) 0,1 мм и меньше
  - б) 0,5 - 1мм
  - в) 1,5—5 мм
  - г) 10-15 мм
9. К неорганическим природным ионитам относятся
- а) силикагели, пермутиты, оксиды и гидроксиды алюминия, хрома, циркония
  - б) гуминовые кислоты почв и углей
  - в) цеолиты, глинистые минералы, полевые шпаты
10. К неорганическим синтетическим ионитам относятся
- а) силикагели, пермутиты, оксиды и гидроксиды алюминия, хрома, циркония
  - б) гуминовые кислоты почв и углей
  - в) цеолиты, глинистые минералы, полевые шпаты
11. Катиониты регенерируют
- а) 2-8% растворами щелочей
  - б) 2-8% растворами кислот
  - в) 2-8% раствором йода
12. Аниониты регенерируют
- а) 2-8% растворами щелочей
  - б) 2-8% растворами кислот
  - в) 2-8% раствором йода
13. Коагуляция - это
- а) процесс мембранного разделения растворенных или диспергированных частиц, основанный на различиях в их молекулярной массе или размерах и протекающий под действием давления
  - б) процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов с помощью избирательных растворителей
  - в) процесс фильтрации воды через пористую перегородку, в ходе которого твердые частицы задерживаются, а вода полностью проходит сквозь нее
  - г) процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты.
14. В качестве коагулянтов используют соли
- а) натрия и калия,
  - б) железа и алюминия
  - в) магния и кальция
  - г) олова и свинца

### Блок 3 (владеть)

1. В качестве флокулянтов используют

- а) гидроксид алюминия
- б) хлорид натрия
- в) полиакриламид

2. В качестве коагулянтов используют следующие соединения

- а)  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$
- б)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- в)  $\text{NaAlO}_2$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- г)  $\text{NaCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$

3. Для обезвреживания органических примесей, которые окисляются микроорганизмами используют:

- а) механическую очистку
- б) физико-химическую очистку
- в) термическую очистку
- г) биохимическую очистку

4. Флокуляция – это

а) процесс агрегации взвешенных частиц при добавлении в сточную воду высокомолекулярных соединений

б) процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов с помощью избирательных растворителей

в) процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты.

5. Ионный обмен – это

а) процесс мембранного разделения растворенных или диспергированных частиц, основанный на различиях в их молекулярной массе или размерах и протекающий под действием давления

б) процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов с помощью избирательных растворителей

в) процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты.

г) процесс взаимодействия раствора с твердой фазой, обладающей свойствами обменивать ионы, содержащиеся в ней, на другие ионы, присутствующие в растворе.

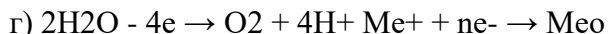
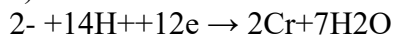
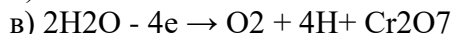
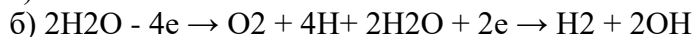
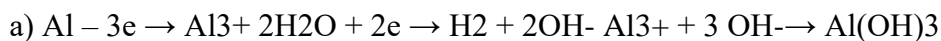
6. Эффективность электрохимических методов оценивается

- а) производительностью труда, качеством работы
- б) сопротивлением, расходом окислителя, выходом продукта реакции
- в) плотностью тока, коэффициентом полезного использования напряжения, выходом по току

7. В качестве анодов при электрохимическом окислении используют

- а) графит, диоксид свинца, рутения, которые наносят на титановую основу
- б) молибден, сплавы вольфрама с железом или никелем
- в) оксид алюминия, хлорид натрия, алюминий

8. Процесс электрокоагуляционной очистки сточных вод основан на следующих реакциях



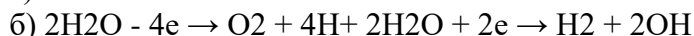
9. При проведении электрокоагуляционной очистки сточных вод в качестве анодов используют

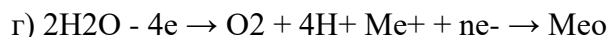
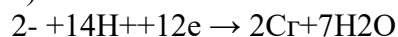
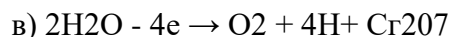
- а) ОРТА, медь
- б) платину, графит
- в) титан, платину
- г) железо, алюминий

10. К какому методу очистки относится электрофлотация:

- а) механический
- б) химический
- в) термический
- г) физико-химический

11. Процесс электрофлотационной очистки сточных вод основан на следующих реакциях





12. Процесс жидкофазного окисления сточных вод проводят при температуре

а) 800-1100 оС

б) 400-600 оС

в) 200-300 оС

г) 50-100 оС

13. Концентрирование сточных вод проводят в

а) горизонтальных, вертикальных, радиальных отстойниках

б) испарительных, вымораживающих и кристаллогидратных установках

в) циклонных, шахтных, камерных печах

14. Процесс парофазного окисления сточных вод проводят при температуре

а) 50-100 оС

б) 200-300 оС

в) 400-600 оС

г) 800-1100 оС

15. Конечными продуктами термоокислительной очистки сточных вод от органических соединений являются

а) метан и сероводород

б) углекислый газ и вода

в) азот и кислород

г) озон и водяной пар

### **Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания**

В ходе выполнения практических работ в рамках индивидуальных заданий оценивается качество и самостоятельность решения поставленных задач, что и формирует текущий рейтинг студентов. В ходе контрольных недель путем контрольного опроса на основе процента правильных ответов определяется контрольный рейтинг.

Зачет выставляется в случае, если итоговая оценка студента составляет не менее 50 баллов.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i>Уровень сформированности компетенций</i>
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b><i>Высокий уровень</i></b>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b><i>Продвинутый уровень</i></b>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b><i>Пороговый уровень</i></b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b><i>Компетенции не сформированы</i></b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Сточные воды от санитарных узлов производственных и непроизводственных корпусов и зданий, а также от душевых установок, имеющих на территории промышленных предприятий, называются:

- производственные
- бытовые
- атмосферные
- комбинированные

Сточные воды предприятий металлургической, машиностроительной, рудо- и угледобывающей промышленности; заводы по производству минеральных удобрений, кислот, строительных изделий и материалов, относятся к группе:

- загрязненные преимущественно минеральными примесями
- загрязненные преимущественно органическими примесями
- загрязненные минеральными и органическими примесями
- не загрязненные

Сооружениями для биологической очистки сточных вод являются:

- биофильтры
- аэротенки
- окситенки
- озера
- пруды

Концентрация загрязняющих веществ в выпускаемых (очищенных) в водоём сточных водах  $C_0=30$  мг/л; концентрации загрязняющих веществ в водоеме до выпуска сточных вод  $C_в=0,1$  мг/л, концентрации загрязняющих веществ в водоеме после выпуска сточных вод  $C=1,99$  мг/л. Определить кратность разбавления  $n$

Концентрация загрязняющих веществ в выпускаемых (очищенных) в водоём сточных водах  $C_0=450$  мг/м.куб.; концентрации загрязняющих веществ в водоеме до выпуска сточных вод  $C_в=18$  мг/м.куб., концентрации загрязняющих веществ в водоеме после выпуска сточных вод  $C=95$  мг/м.куб. Определить кратность разбавления  $n$

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=1186>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.