

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 30.09.2023 12:06:14

Уникальный идентификатор:

8db180d1a3f02ac9e60521e5672742735e18bd16

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

декан факультета  
химической технологии и биотехнологии

« 30 » августа 2021 г. / Белуков С.В. /



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Процессы и аппараты очистки сточных вод»**

Направление подготовки  
**20.03.01 Техносферная безопасность**

Профиль подготовки  
**Безотходные технологии химических и нефтехимических производств**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Москва 2021

## Цели освоения дисциплины

В дисциплине «Процессы и аппараты очистки сточных вод» рассматриваются способы очистки сточных вод различного состава, знание которых позволит принимать технические решения в сфере охраны окружающей среды в условиях роста промышленного производства и избегать его негативного влияния на обслуживающий персонал и окружающую среду.

К **основным целям** дисциплины «Процессы и аппараты очистки сточных вод» относятся:

- формирование знаний о современных процессах и аппаратах очистки сточных вод;
- изучение особенностей очистки сточных вод различного состава.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Процессы и аппараты очистки сточных вод» относится:

- освоение методологии, анализа и выбора известных устройств, систем и методов защиты человека и окружающей среды от опасностей;
- подготовка студента к практической деятельности по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность».

### 1. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Процессы и аппараты очистки сточных вод» относится к блоку дисциплин Б.1.3 основной образовательной программы бакалавриата. Дисциплина «Процессы и аппараты очистки сточных вод» взаимосвязана логически и содержательно - методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Промышленная экология;
- Теоретические основы защиты окружающей среды;
- Управление техносферной безопасностью;
- Экологическая безопасность производства.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-8	Способность создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- теоретические основы очистки сточных вод от различных видовзагрязнений;</li><li>- методы и аппаратурное оформление процессов очистки сточных вод от нефтепродуктов, взвешенных веществ, синтетических ПАВ;</li><li>- методы утилизации и переработки осадков сточных вод.</li></ul> <b>уметь:</b>

	природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ориентироваться в основных методах очистки промышленных, поверхностных и талых сточных вод;</li> <li>- проектировать технологические схемы процесса очистки сточных вод;</li> <li>- производить расчет основного оборудования для очистки сточных вод.</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью определять приоритеты при обосновании методов и средств охраны окружающей среды и рационального природопользования.</li> </ul>
ОПК-2	Способность обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аппаратное оформление процессов очистки сточных вод;</li> <li>- порядок проведения технического обслуживания и ремонта аппаратов для очистки сточных вод.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- контролировать качество очистки сточных вод, состояние используемых аппаратов, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты.</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт оборудования для очистки сточных вод.</li> </ul>

### 3. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы, т. е. **108 академических часов**. Аудиторных – 54 часов (из них 36 – лекции). Самостоятельная работа – 54 часа.

**Седьмой семестр:** лекции (36 часа), семинары и практические занятия (18 часов).

Форма контроля – зачет.

#### Содержание разделов дисциплины

##### *Лекции*

1. Введение. Влияние загрязненных сточных вод на состояние гидросферы и окружающей среды. Требования к качеству воды, показатели качества и их классификация. Состав и свойства сточных вод. Санитарно-химические показатели сточных вод.
2. Методы очистки сточных вод. Разработка и обоснование технологических схем очистки сточных вод. Технологические схемы очистки сточных вод.
3. Механическая очистка сточных вод. Способы и сооружения механической очистки сточных вод. Грубая очистка сточной воды: решетки, решетки- дробилки.
4. Очистка сточной воды осаднением. Теоретические основы осаднения. Песколовки: устройство, принцип работы.
5. Типы отстойников: устройство, принцип работы. Область применения. Горизонтальные, вертикальные, радиальные отстойники.
6. Очистка сточных вод в поле центробежных сил. Применяемые аппараты и их конструкции.
7. Очистка сточной воды фильтрованием. Теоретические основы очистки воды фильтрованием. Оптимизация режима фильтрования. Фильтрующиеся материалы.
8. Виды фильтров. Скорый фильтр: устройство и принцип работы. Промывка фильтров.

9. Физико-химические методы очистки сточных вод. Коагулирование загрязнений сточной воды. Камеры хлопьеобразования.
10. Физико-химические основы и способы флотации. Принцип действия и теоретические основы работы флотационных установок. Конструкция флотаторов.
11. Физико-химические основы процесса адсорбции. Статическая и динамическая адсорбция. Адсорбционные аппараты. Методы регенерации адсорбентов.
12. Физико-химические основы ионного обмена. Установки ионного обмена.
13. Экстракция. Методы экстрагирования. Технологические схемы.
14. Мембранные методы очистки сточных вод. Мембранное разделение. Перегонка и ректификация.
15. Электрохимические методы очистки сточных вод. Электрокоагуляция и электрофлотация. Электродиализ.
16. Термические методы очистки. Концентрирование минерализованных сточных вод. Термоокислительные методы обезвреживания жидких отходов.
17. Биологические методы очистки сточных вод. Состав активного ила и биопленки. Зависимость скорости биологической очистки от различных факторов. Биохимический показатель. Аэротенки и биофильтры.
18. Обработка, обеззараживание и утилизация осадков сточных вод. Состав и свойства осадков сточных вод. Сооружения для стабилизации осадка в анаэробных условиях. Аэробные стабилизаторы. Обезвоживание осадков на иловых площадках. Термическая сушка осадков сточных вод. Сжигание осадков сточных вод.

#### Практические занятия

1. Особенности разработки технологических схем очистки промышленных сточных вод.
2. Расчет горизонтального отстойника.
3. Расчет и проектирование осветлителей.
4. Конструкция флотаторов и их расчет.
5. Расчет гидроциклона.
6. Основное уравнение фильтрования через слой зернистой загрузки. Расчет сорбционного фильтра. Расчет распределительной системы скорых фильтров.
7. Расчет камер хлопьеобразования.
8. Разработка технологических схем экстракции.
9. Разработка технологических схем биологической очистки.

### **5. Образовательные технологии.**

Методика преподавания дисциплины «Процессы и аппараты очистки сточных вод» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- лекции (с применением мультимедийных средств, лекции-презентации);
- практические занятия (с применением компьютерных технологий)
- тестирование (с применением компьютерных технологий) – используется в качестве средства замера и контроля знаний студентов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Процессы и аппараты очистки сточных вод» и, в целом по дисциплине, составляет 30% аудиторных занятий.

### **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов:

- выполнение курсового проекта (индивидуально для каждого обучающегося);
- тестирование (промежуточное и итоговое);
- зачет.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций включают контрольные вопросы и задания в форме тестирования для контроля освоения разделов дисциплины, индивидуальные расчетные задания для курсового проектирования, вопросы к зачету.

Образцы контрольных вопросов для проведения тестирования, заданий для курсового проектирования, вопросов к зачету приведены в приложении 2.

### **6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).**

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
УК-8	Способностью создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
ОПК-2	Способностью обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### **6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.**

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

<b>УК-8 Способностью создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов</b>				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5

<p><b>знать:</b> - теоретические основы очистки сточных вод от различных видов загрязнений; - методы и аппаратное оформление процессов очистки сточных вод от нефтепродуктов, взвешенных веществ, синтетических ПАВ; - методы утилизации и переработки осадков сточных вод.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное количество следующих знаний: теоретических основ очистки сточных вод от различных видов загрязнений, методов и аппаратного оформления процессов очистки сточных вод, методов утилизации и переработки.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: теоретических основ очистки сточных вод от различных видов загрязнений, методов и аппаратного оформления процессов очистки сточных вод, методов утилизации и переработки. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: теоретических основ очистки сточных вод от различных видов загрязнений, методов и аппаратного оформления процессов очистки сточных вод, методов утилизации и переработки, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: теоретических основ очистки сточных вод от различных видов загрязнений, методов и аппаратного оформления процессов очистки сточных вод, методов утилизации и переработки, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p><b>уметь:</b> - ориентироваться в основных методах очистки промышленных, поверхностных и талых сточных вод; - проектировать технологические схемы процесса очистки сточных вод; - производить расчет основного оборудования для очистки сточных вод.</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет ориентироваться в основных методах очистки промышленных, поверхностных и талых сточных вод; проектировать технологические схемы процесса очистки сточных вод; производить расчет основного оборудования для очистки сточных вод.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: ориентироваться в основных методах очистки промышленных, поверхностных и талых сточных вод; проектировать технологические схемы процесса очистки сточных вод; производить расчет основного оборудования для очистки сточных вод. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: ориентироваться в основных методах очистки промышленных, поверхностных и талых сточных вод; проектировать технологические схемы процесса очистки сточных вод; производить расчет основного оборудования для очистки сточных вод. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: ориентироваться в основных методах очистки промышленных, поверхностных и талых сточных вод; проектировать технологические схемы процесса очистки сточных вод; производить расчет основного оборудования для очистки сточных вод.</p>

		испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	новые, нестандартные ситуации.	Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<b>владеть:</b> - способностью определять приоритеты при обосновании методов и средств охраны окружающей среды и рационального природопользования	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет способностью определять приоритеты при обосновании методов и средств охраны окружающей среды и рационального природопользования	Обучающийся владеет способностью определять приоритеты при обосновании методов и средств охраны окружающей среды и рационального природопользования. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в разных ситуациях.	Обучающийся частично владеет способностью определять приоритеты при обосновании методов и средств охраны окружающей среды и рационального природопользования, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет способностью определять приоритеты при обосновании методов и средств охраны окружающей среды и рационального природопользования, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

**ОПК-2 Способностью обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления**

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
<b>знать:</b> - аппаратное оформление процессов очистки сточных вод; - порядок проведения технического обслуживания и ремонта аппаратов для очистки	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: аппаратурного оформления процессов очистки сточных вод, порядка	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: аппаратурного оформления процессов очистки сточных вод, порядка проведения технического обслуживания и ремонта аппаратов для очистки сточных	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: аппаратурного оформления процессов очистки сточных вод, порядка проведения технического обслуживания и ремонта аппаратов для очистки сточных	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: аппаратурного оформления процессов очистки сточных вод, порядка проведения технического

сточных вод	проведения технического обслуживания и ремонта аппаратов для очистки сточных вод.	вод. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	вод, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.	обслуживания и ремонта аппаратов для очистки сточных вод, свободно оперирует приобретенными знаниями.
<b>уметь:</b> - контролировать качество очистки сточных вод, состояние используемых аппаратов, принимать решения по замене (регенерации) средств защиты;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет контролировать качество очистки сточных вод, состояние используемых аппаратов, принимать решения по замене (регенерации) средств защиты.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: контролировать качество очистки сточных вод, состояние используемых аппаратов, принимать решения по замене (регенерации) средств защиты. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: контролировать качество очистки сточных вод, состояние используемых аппаратов, принимать решения по замене (регенерации) средств защиты. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: контролировать качество очистки сточных вод, состояние используемых аппаратов, принимать решения по замене (регенерации) средств защиты. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<b>владеть:</b> знаниями по организации и проведению технического обслуживания, ремонту оборудования для	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет знаниями по организации и проведению технического обслуживания,	Обучающийся владеет способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт оборудования для очистки	Обучающийся частично владеет знаниями по организации и проведению технического обслуживания, ремонту оборудования для	Обучающийся в полном объеме владеет знаниями по организации и проведению технического обслуживания, ремонту



очистки сточных вод	ремонт оборудования для очистки сточных вод.	сточных вод. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	очистки сточных вод, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	оборудования для очистки сточных вод свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
---------------------	--	--	---	---

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

**Форма промежуточной аттестации: зачет.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

*К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Процессы и аппараты очистки сточных вод».*

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

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

### а) основная литература:

1. Ветошкин, А.Г. Инженерная защита водной среды [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/49467>
2. Процессы и аппараты биотехнологической очистки сточных вод : учеб. пособие / А.В. Луканин. - М. : Университет машиностроения, 2014. - 244 с. : ил. 42 э.р. Режим доступа: <http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog>
3. Процессы и аппараты инженерной защиты компонентов окружающей среды. Гидросфера : учеб. пособие / Е.Л. Веригина, Н.И. Миташова. - М. :Изд- во МГУИЭ,2012. 20 с.

**б) дополнительная литература:**

1. Родионов А..И., Кузнецов Ю.П. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов. Учебное пособие, 2007. - 40 с.
2. Сандуляк А.В. и др. Методические указания к практическим занятиям по спецкурсам «Процессы и аппараты промышленных стоков», 2008. – 45 с.
3. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. В 3-х т. / А.С. Тимонин. - Т.1,2,3 . – г. Калуга: Изд-во Бочкаревой, 2003. - 917 с.

**в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:**

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте <http://paht.ruz.net> в разделе Учебные материалы, а также доступ к электронным библиотекам университета (<http://elib.mgup>; <http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog>), к электронным каталогам вузовских библиотек и крупнейших библиотек Москвы (<http://window.edu.ru>).

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

При изучении данной дисциплины используются специализированные учебные лаборатории кафедры «Процессы и аппараты химической технологии», оснащенные компьютерами и проекторами.

Электронные образовательные ресурсы.

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

- Обязательное посещение лекций ведущего преподавателя. Лекции - основное методическое руководство при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал; в лекциях глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы; в лекциях даются разные подходы к исследуемым проблемам; в рабочих конспектах лекций желательно оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студента, дополняющего материал лекции, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

- Подготовка и активная работа на практических занятиях. Подготовка к практическим занятиям включает проработку материалов лекций и рекомендованной учебной литературы.

- Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы — практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету и экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- выполнение курсового проекта;
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем и решению типичных задач и упражнений.

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной и научной литературы. Основная функция учебников – ориентировать студентов в системе знаний, умений и навыков по данной дисциплине, которые необходимы будущим специалистам.

## 10. Методические рекомендации для преподавателя

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

Требования к лекции:

- научность и информативность (современный научный уровень), доказательность и аргументированность, наличие достаточного количества ярких, убедительных примеров, фактов, обоснований, документов и научных доказательств;
- активизация мышления слушателей, постановка вопросов для размышления, четкая структура и логика раскрытия последовательно излагаемых вопросов;
- разъяснение вновь вводимых терминов и названий, формулирование главных мыслей и положений, подчеркивание выводов, повторение их;
- эмоциональность формы изложения, доступный и ясный язык.

Преподаватель должен помогать студентам и следить, все ли понимают и успевают следить за ходом изложения материала. Средство, помогающее конспектированию - акцентированное изложение материала лекции, т. е. выделение голосом, интонацией, повторением наиболее важной, существенной информации, использование пауз, записи на доске, демонстрации иллюстративного материала, строгое соблюдение регламента занятий.

Преподаватель может напрямую руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категориальный аппарат. Искусство лектора помогает хорошей организации работы студентов на лекции. Содержание, четкость структуры лекции, применение приемов поддержания внимания - все это активизирует мышление и работоспособность, способствует установлению контакта с аудиторией, вызывает у студентов эмоциональный отклик, формирует интерес к предмету.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому или лабораторному занятию.

При подготовке к практическому занятию по теме прочитанной лекции преподавателю необходимо уточнить план его проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, ознакомиться с новыми публикациями по теме семинара.

В ходе практического занятия раскрыть теоретическую и практическую значимость темы, определить порядок его проведения. Целесообразно в ходе обсуждения задавать дополнительные и уточняющие вопросы с целью контроля понимания студентами изучаемого материала.

В заключительной части практического занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Ответить на вопросы студентов. Назвать тему очередного занятия.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **20.03.01 «Техносферная безопасность»**

**Программу составил:**

доцент, к.т.н.

/Пирогова О.В./

**Программа утверждена на заседании кафедры «Процессы и аппараты химической технологии»**  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

профессор, д. т. н.

/В.Г.Систер/

Руководитель образовательной

программы

/И.В.Скопинцев/



	устройство, принцип работы.													
<b>1.5</b>	Типы отстойников: устройство, принцип работы. Область применения. Горизонтальные, вертикальные, радиальные отстойники.	7	5	2			2	+					<b>Тест</b>	
<b>1.6</b>	Очистка сточных вод в поле центробежных сил. Применяемые аппараты и их конструкции.	7	6	2			2	+						
<b>1.7</b>	Очистка сточной воды фильтрованием. Теоретические основы очистки воды фильтрованием. Оптимизация режима фильтрования. Фильтрующие материалы.	7	7	2			2	+						
<b>1.8</b>	Виды фильтров. Скорый фильтр: устройство и принцип работы. Промывка фильтров.	7	8	2			2	+						
<b>1.9</b>	Физико-химические методы очистки сточных вод. Коагулирование загрязнений сточной воды. Камеры хлопьеобразования.	7	9	2			2	+		+			<b>Тест</b>	
<b>1.10</b>	Физико-химические основы и способы флотации. Принцип действия и теоретические основы работы флотационных установок. Конструкция флотаторов.	7	10	2			2	+		+				
<b>1.11</b>	Физико-химические основы процесса адсорбции. Статическая и динамическая адсорбция. Адсорбционные аппараты. Методы регенерации адсорбентов.	7	11	2			2	+		+				
<b>1.12</b>	Физико-химические основы ионного обмена. Установки	7	12	2			2	+		+				

	ионного обмена.														
1.13	Экстракция. Методы экстрагирования. Технологические схемы.	7	13	2			2	+		+					
1.14	Мембранные методы очистки сточных вод. Мембранное разделение. Перегонка и ректификация.	7	14	2			2	+		+			Тест		
1.15	Электрохимические методы очистки сточных вод. Электрокоагуляция и электрофлотация. Электродиализ.	7	15	2			2	+		+					
1.16	Термические методы очистки. Концентрирование минерализованных сточных вод. Термоокислительные методы обезвреживания жидких отходов.	7	16	2			2	+		+					
1.17	Биологические методы очистки сточных вод. Состав активного ила и биопленки. Зависимость скорости биологической очистки от различных факторов. Биохимический показатель. Аэротенки и биофильтры.	7	17	2			2	+		+					
1.18	Обработка, обеззараживание и утилизация осадков сточных вод. Состав и свойства осадков сточных вод. Обезвоживание осадков на иловых площадках. Термическая сушка осадков сточных вод. Сжигание осадков сточных вод.	7	18	2			2	+		+			Тест		
1.19	<i>Семинарское занятие</i> «Особенности разработки технологических схем очистки	7	2		2		2	+							

	промышленныхсточных вод»														
1.20	Семинарское занятие «Расчет горизонтального отстойника»	7	4		2		2	+							
1.21	Семинарское занятие «Расчет и проектирование осветлителей»	7	6		2		2	+							
1.22	Семинарское занятие «Конструкция флотаторов и их расчет»	7	8		2		2	+							
1.23	Семинарское занятие «Расчет гидроциклона»	7	10		2		2	+		+					
1.24	Семинарское занятие «Основное уравнение фильтрования через слой зернистой загрузки. Расчет скорого фильтра. Расчет распределительной системы скорых фильтров»	7	12		2		2	+		+					
1.25	Семинарское занятие «Расчет камер хлопьеобразования»	7	14		2		2	+		+					
1.26	Семинарское занятие «Разработка технологических схем экстракции»	7	16		2		2	+		+					
1.27	Семинарское занятие «Разработка технологических схем биологической очистки»	7	18		2		2	+		+					
<b>Форма аттестации</b>			<b>19-21</b>				<b>54</b>								<b>3</b>
<b>Всего часов по дисциплине</b>				<b>36</b>	<b>18</b>		<b>54</b>	+		+		+		+	



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

*Направление подготовки:* 20.03.01 Техносферная безопасность  
*Форма обучения:* очная  
*Вид профессиональной деятельности:* (В соответствии с ФГОС ВО)

*Кафедра:* Процессы и аппараты химической технологии

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

#### **« ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД »**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

- тематика курсовых проектов
- пример задания на курсовой проект
- примеры заданий для электронного тестирования
- примеры вопросов к зачету

**Составители:**

*Пирогова О.В.*

*Москва, 2021 год*

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

### ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

ФГОС ВО 20.03.01 «Техносферная безопасность»

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИН-ДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
УК-8	Способность создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы очистки сточных вод от различных видовзагрязнений;</li> <li>- методы и аппаратурное оформление процессов очистки сточных вод от нефтепродуктов, взвешенных веществ, синтетических ПАВ;</li> <li>- методы утилизации и переработки осадков сточных вод.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ориентироваться в основных методах очистки промышленных, поверхностных и талых сточных вод;</li> <li>- проектировать технологические схемы процесса очистки сточных вод;</li> <li>- производить расчет основного оборудования для очистки сточных вод.</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p>	лекции, самостоятельная работа, семинарские занятия, курсовое проектирование	КП, Т, КСР, зачет	<p><b>Базовый уровень</b></p> <p>- владеет теоретическими основами очистки сточных вод от различных видов загрязнений, ориентируется в основных методах очистки промышленных сточных вод, умеет производить расчет основного оборудования для очистки сточных вод.</p> <p><b>Повышенный уровень</b></p> <p>- способен определять приоритеты при обосновании методов и средств охраны окружающей среды, прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности с точки зрения биосферных процессов.</p>

		- способностью определять приоритеты при обосновании методов и средств охраны окружающей среды и рационального природопользования.			
<b>ОПК-2</b>	Способность обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аппаратное оформление процессов очистки сточных вод;</li> <li>- порядок проведения технического обслуживания и ремонта аппаратов для очистки сточных вод.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- контролировать качество очистки сточных вод, состояние используемых аппаратов, принимать решения по замене (регенерации) средства очистки.</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт оборудования для очистки сточных вод.</li> </ul>	лекции, самостоятельная работа, семинарские занятия, курсовое проектирование	КП, КСР, Т, зачет	<p><b>Базовый уровень:</b></p> <p>Знает аппаратное оформление процессов очистки сточных вод, порядок проведения технического обслуживания аппаратов, умеет контролировать качество очистки сточных вод.</p> <p><b>Повышенный уровень:</b></p> <p>Знает как организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт оборудования для очистки сточных вод, принимать решения по замене (регенерации) средств очистки</p>

*\*\* - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.*

***Перечень оценочных средств по дисциплине  
«Процессы и аппараты химической технологии»***

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Курсовой проект (КП)	Конечный продукт, получаемый в результате выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно рассчитать основное и вспомогательное оборудование для технологического процесса.	Темы индивидуальных проектов
2	Тестирование (Т)	Средство проверки усвоения лекционного курса по изучаемым процессам	Примеры тестовых заданий
3	Самостоятельная работа (СР)	Средство проверки умений применять полученные теоретические знания для решения практических задач по разделам дисциплины.	Комплект контрольных задач по различным процессам.

**ПРИМЕР ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Определите габаритные размеры вертикального осветлителя со взвешенным слоем осадка при заданной производительности по воде, исходной мутности, цветности и щелочности воды.

№	Производительность по воде	Мутность воды М		Цветность воды Ц	Щелочность воды Щ	№	Производительность по воде	Мутность воды М		Цветность воды Ц	Щелочность воды Щ
		max	min					max	min		
-	м <sup>3</sup> /сутки	мг/л	мг/л	град.	МГ · ЭКВ л	-	м <sup>3</sup> /сутки	мг/л	мг/л	град.	МГ · ЭКВ л
1	8000	800	500	50	1,7	16	9100	560	210	50	1,8
2	7600	410	150	45	2,0	17	7400	620	370	60	1,7
3	7000	550	250	55	1,8	18	7500	650	380	55	2,0
4	7200	750	400	50	2,0	19	8900	700	360	40	2,1
5	8200	700	350	60	1,9	20	9200	740	410	45	1,9
6	8500	780	400	45	2,1	21	9400	790	500	50	1,8
7	8700	450	170	55	1,8	22	9500	450	190	55	1,7
8	9000	610	280	50	1,7	23	10000	480	200	60	1,6
9	7800	650	300	60	2,0	24	9800	500	215	45	2,0
10	7100	540	210	45	1,9	25	9600	540	232	40	2,1
11	7300	500	230	55	1,8	26	9100	570	245	50	2,2
12	8100	740	320	50	1,7	27	9300	450	160	55	1,8
13	8300	800	460	60	2,1	28	9700	480	175	45	1,9
14	8400	780	420	45	2,0	29	9900	950	480	60	1,7
15	8600	750	380	55	1,9	30	10000	990	500	40	1,6

Для расчета необходимо пользоваться рекомендациями таблицы № 1-3.

Доза коагуляции для обработки воды (таблица №1)

Содержание в воде взвешенных веществ, мг/л	Доза безводного сернокислого алюминия или хлорного железа, мг/л	Содержание в воде взвешенных веществ, мг/л	Доза безводного сернокислого алюминия или хлорного железа, мг/л
100	25-35	801-1000	60-90
101-200	30-45	1001-1400	65-105
201-400	40-60	1401-1800	75-115
401-600	45-70	1801-2200	80-125
601-800	55-80	2201-2500	90-130

Меньшее значение доз относится к водам, содержащим грубодисперсную взвесь.

Средняя концентрация взвешенных веществ в осадкоуплотнителе (таблица №2)

Максимальное содержание взвешенных веществ в воде, поступающих в осветлитель С в мг/л	Средняя концентрация осадка $\delta_{ср.}$ в г/м <sup>3</sup> при продолжительности уплотнения в часах				
	3	4	6	8	12
До 100	6500	7500	8000	8500	9500
100-400	19000	21500	24000	25000	27000
400-1000	24000	25000	27000	29000	31000
До 2500	29000	31000	33000	35000	37000

Время уплотнения осадка Т следует принять Т=3-12 часов (меньшее значение относится к водам с содержанием взвеси более 400 мг/л). Для вод, имеющих повышенную цветность и меньшую мутность (менее 400 мг/л), время Т должно быть 8-12 часов.

Скорость восходящего потока воды (таблица №3)

Содержание взвешенных веществ в воде, поступающих в осветлитель С в мг/л	Скорость восходящего потока воды в зоне осветления $v_{j,0}$ , мм/сек		Коэффициент распределения воды К
	Зимой	Летом	
10-100	0,5-0,6	0,7-0,8	0,8-0,75
100-400	0,6-0,8	0,8-1,0	0,75-0,7
400-1000	0,8-1,0	1,0-1,1	0,7-0,65
1000-2500	1,0-1,2	1,1-1,2	0,65-0,6

Скорость восходящего потока воды дана для условий применения  $Al_3(SO_4)_3$ . При обработке воды хлорным или сернокислым железом скорость восходящего потока воды принимается на 10% выше.

## ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ВОПРОСОВ

1. К бытовым сточным водам не относятся:  
А) воды душевых помещений предприятий  
Б) коммунальные стоки  
В) воды охлаждающих систем  
Г) воды административных зданий
2. К производственным сточным водам не относятся:  
А) отработанные технологические растворы  
Б) воды охлаждающих систем  
В) коммунальные стоки  
Г) воды химводоочистки
3. К атмосферным сточным водам не относятся:  
А) стоки, образующиеся при выпадении дождей на территории предприятия  
Б) стоки, образующиеся при выпадении дождей, таяния снега на территории населенных пунктов  
В) воды охлаждающих систем  
Г) стоки, образующиеся при таянии снега на территории предприятия
4. Эффективность работы очистного устройства - это:  
А) разность концентраций примесей на входе и выходе очистного аппарата  
Б) относительная разность концентраций примесей на входе и выходе очистного аппарата  
В) отношение выходной концентрации ко входной концентрации примесей  
Г) отношение входной концентрации и выходной концентрации примесей
5. Какие из перечисленных веществ не являются адсорбентами:  
А) активированный уголь  
Б) окись алюминия  
В) сера  
Г) силикагель
6. Для коагуляции примесей в концентрированных маслосодержащих стоках в качестве реагентов-коагулянтов не применяют:  
А) сернокислое железо  
Б) хлорное железо  
В) сернокислый алюминий  
Г) сернокислый цинк
7. Активная фракция примесей - это:  
А) только высокодисперсная фракция примесей  
Б) только крупнодисперсная фракция примесей  
В) та часть всего состава примесей, которая осаждается в очистном аппарате данного типа  
Г) только фракция растворенных примесей
6. Фракционная эффективность-это:  
А) относительная разность активной фракции примесей на входе и на выходе очистного аппарата  
Б) разность активной фракции примесей на входе и выходе очистного аппарата  
В) отношение активной фракции примесей на входе и на выходе очистного аппарата  
Г) величина, обратная коэффициенту проскока активной фракции примесей
7. Процеживание применяется для удаления:  
А) мелкогазмерных загрязнений

- Б) крупноразмерных загрязнений
  - В) среднеразмерных загрязнений
  - Г) растворенных примесей
8. Решетки-аппараты для процеживания состоят из:
- А) металлических стержней, бесконечной цепи с граблями и приемного лотка примесей
  - Б) металлических стержней, бесконечной цепи, приемного лотка примесей
  - В) металлических стержней и системы граблей, совершающих возвратно - поступательные движения
  - Г) только из металлических стержней
9. Сито барабанного типа имеют отверстия барабана:
- А) 5 - 10 мм
  - Б) 0,5 - 1 мм
  - В) 1 - 5 мм
  - Г) 10 - 15 мм
10. Фракционаторы используют для:
- А) разделения взвешенных частиц на грубую и мелкую фракции
  - Б) разделения частиц на взвешенную и растворенную фракцию
  - В) разделения неорганических и органических примесей
  - Г) разделения частиц на заряженную и незаряженную фракции
11. В каких аппаратах не происходит процесс отстаивания?
- А) отстойники
  - Б) песколовки
  - В) фракционаторы
  - Г) аэротенки
12. Какие принципиальные отличия отстойников от песколовок?
- А) имеют совершенно различные конструктивные элементы
  - Б) организацией режима движения взвешенного потока с преимущественным осаждением песка, шлака и пр.
  - В) наличием дополнительных приспособлений для задержания песка
  - Г) наличием дополнительных приспособлений для фракционирования песка
13. Назовите силу, которая не участвует в осаждении частицы в отстойнике
- А) Сила тяжести
  - Б) Архимедова сила
  - В) Сила Кориолиса
  - Г) Стоксова сила
14. Почему в летнее время скорость осаждения частиц в отстойнике и эффективность его работы увеличивается?
- А) в отстойник поступает более чистая вода
  - Б) производится более тщательное обслуживание отстойника
  - В) изменяется температура и вязкость очищаемого потока
  - Г) увеличивается количество атмосферных осадков
15. Скорость стесненного осаждения частицы
- А) меньше скорости свободного осаждения
  - Б) равна скорости свободного осаждения
  - В) больше скорости свободного осаждения



Г) равна 0

16. Для перемещения осадка в бункер горизонтального отстойника не служит
- А) цепной скребковый механизм
  - Б) тележечный механизм
  - В) гидромеханическая система
  - Г) гидроэлеватор
17. В горизонтальной песколовке с круговым движением воды циркуляцию воды производят:
- А) до полного осаждения примесей
  - Б) производится однократная циркуляция воды
  - В) производится однократная циркуляция воды при наличии радиальной перегородки
  - Г) производится двухкратная циркуляция воды
18. В вертикальной песколовке очищаемая вода подается
- А) сверху вниз
  - Б) снизу вверх
  - В) тангенциально в нижние патрубки
  - Г) тангенциально в верхние патрубки
19. Аэрация песколовки предполагает
- А) содержать зеркало очищаемой воды открытым
  - Б) нагнетать воздух посредством труб в очищаемую воду навстречу потоку
  - В) нагнетать воздух в боковую часть для создания дополнительного вращательного движения воды
  - Г) нагнетать горячий воздух
20. Основной недостаток вертикального отстойника с центральным впуском воды:
- А) заниженная эффективность из-за образования обширных вихревых (неэффективных) зон
  - Б) сложность эксплуатации
  - В) необходимость применения дополнительных устройств
  - Г) образование застойных зон
21. Конструкции отстойников с нисходяще-восходящим потоком основаны на:
- А) эквивалентности площадей нисходящей и восходящей частей отстойника
  - Б) превалировании площади восходящей части
  - В) превалировании площади нисходящей части
  - Г) восходящая часть имеет возрастающую площадь поперечного сечения
22. Принцип действия вертикальных отстойников основан на проявлении:
- А) инерционной силы и силы тяжести
  - Б) центробежной силы
  - В) силы трения
  - Г) силы Кулона
23. В вертикальных отстойниках скорость восходящего потока должна быть:
- А) меньше скорости осаждения частиц
  - Б) равна скорости осаждения частиц
  - В) больше скорости осаждения частиц
  - Г) двухкратной скорости осаждения частиц

24. При движении очищаемого потока в радиальном отстойнике его скорость:
- А) уменьшается
  - Б) увеличивается
  - В) остается неизменной
  - Г) увеличивается до критических значений
25. Основным недостатком радиального отстойника является:
- А) сравнительно высокая скорость в центральной (входной) части
  - Б) высокая скорость на подходе к кольцевым водосборникам
  - В) отсутствие устройства для локализации осадка примесей
  - Г) циклический режим работы
26. Основное преимущество тонкослойного отстойника заключается:
- А) в резком сокращении траектории движения частицы и времени осаждения
  - Б) осаждении преимущественно тонкодисперсных частиц
  - В) в простоте конструкции
  - Г) в осаждении магнитовосприимчивых примесей
27. Угол наклона тонкослойного отстойника выбирается исходя из:
- А) возможности производственных площадей
  - Б) обеспечения периодического или непрерывного режима работы
  - В) его производительности
  - Г) удобства обслуживания
28. При магнитном захвате частиц определяющим фактором зоны-ловушки является:
- А) напряженность поля
  - Б) индукция поля
  - В) градиент индукции
  - Г) произведение индукции поля на ее градиент
29. С какой целью образуют взвешенный осадок в осветлителе
- А) в качестве фильтрующего слоя
  - Б) для контроля расхода очищаемой среды
  - В) для визуального наблюдения за ходом процесса очистки
  - Г) для турбулизации потока
30. В напорном и открытом гидроциклонах очищаемая вода подается:
- А) по тангенциальному трубопроводу (трубопроводам)
  - Б) сверху вниз
  - В) снизу вверх
  - Г) по осевому трубопроводу
31. При работе гидроциклона основной силой, определяющей осаждения частиц, является:
- А) магнитная сила
  - Б) центробежная сила
  - В) сила тяжести
  - Г) сила Лоренца
32. Какую роль выполняет коническая диафрагма в открытом гидроциклоне
- А) для предотвращения попадания накапливающегося осадка в очищенную воду
  - Б) для регулирования скорости потока в циклоне
  - В) для создания избыточного давления
  - Г) для предотвращения попадания атмосферных осадков

33. Какую роль выполняет внутренний цилиндр в открытом гидроциклоне
- А) для создания кольцевого канала сползания накапливающегося осадка
  - Б) для создания лабиринтного движения очищаемого потока
  - В) для искусственного сужения проходного сечения
  - Г) для создания двухкамерного варианта аппарата
34. Комбинированный напорный гидроциклон применяется для отделения:
- А) взвешенных частиц и масло (жиро) продуктов
  - Б) крупно- и мелкодисперсных частиц
  - В) мелкодисперсных и растворенных примесей
  - Г) взвешенных и газообразных примесей
35. В комбинированном напорном гидроциклоне:
- А) нефте- (масло-, жиро-) продукты концентрируются в центральной части аппарата, а взвешенные примеси — в его периферийной части
  - Б) взвешенные примеси концентрируются в центральной части аппарата, а нефте- (масло-, жиро-) продукты - в его периферийной части
  - В) взвешенные примеси образуют «фильтровальный слой» для нефте- (масло-, жиро-)продуктов
  - Г) взвешенные примеси сорбируют остальные примеси
36. В напорном комбинированном гидроциклоне используется:
- А) одна диафрагменная перегородка
  - Б) две диафрагменные перегородки
  - В) три диафрагменные перегородки
  - Г) диафрагменная дырчатая перегородка
37. С какой целью применяются емкости-усреднители:
- А) для технологического выравнивания концентрации примесей и расхода очищаемой среды перед очисткой
  - Б) для первичного осаждения грубодисперсных примесей
  - В) для первичного диспергирования примесей
  - Г) для аккумулялирования очищаемой воды
38. Пористость фильтр-матрицы - это:
- А) отношение объема пор к объему, занимаемой фильтр-матрицей
  - Б) совокупная длина пор в рабочем направлении фильтр-матрицы
  - В) длина поры, отнесенная к ее сечению
  - Г) общий объем пор
39. Плотность упаковки фильтр-матрицы — это:
- А) масса фильтр-матрицы, отнесенная к ее объему
  - Б) отношение совокупного объема материала гранул (зерен) фильтр-матрицы к общему объему, занимаемому фильтр-матрицей
  - В) общий объем, занимаемый материалом
  - Г) количество гранул в единице объема фильтр-матрицы
40. Флотация предполагает:
- А) известкование очищаемой среды
  - Б) пропускание пузырьков газа сквозь очищаемую среду
  - В) смешивание двух взаимно нерастворимых жидкостей
  - Г) дрейф очистной установки на поверхности очищаемой жидкости
41. При экстракции:

- А) происходит процесс перераспределения примесей сточных вод при смешивании сточной воды с нерастворимой жидкостью  
Б) в очищаемую воду вводят кислоту  
В) в очищаемую воду вводят щелочь  
Г) в очищаемую воду вводят коагулянт
42. Коэффициент экстракции - это:  
А) отношение концентраций примесей в экстрагенте и сточной воде  
Б) отношение концентраций примесей в сточной воде и экстрагенте  
В) разность концентраций примесей в экстрагенте и сточной воде  
Г) относительная разность концентраций примесей в экстрагенте и сточной воде
43. При электрокоагуляции:  
А) осуществляют предварительный ввод коагулянта с последующим пропусканием воды сквозь электроды  
Б) происходит анодное растворение стальных электродов с образованием ионов двухвалентного железа, которые восстанавливают шестивалентный хром до трехвалентного  
В) переполосовка электродов  
Г) осуществляется захват электродами ионов шестивалентного хрома
44. При нейтрализации сточных вод осуществляется:  
А) обработка воды пучком нейтронов  
Б) смешение кислых и щелочных сточных вод  
В) очищаемая вода пропускается через электролизер  
Г) в очищаемую воду добавляют сорбенты, например, активированный уголь
45. Какие фильтры не используются при ионообменной очистке?  
А) катионитовые  
Б) анионитовые  
В) мембранные  
Г) ионитные
46. Регенерация фильтра предусматривает:  
А) полную замену рабочего органа  
Б) восстановление свойств рабочего органа (фильтр-матрицы), например, путем промывки (продувки)  
В) подачу очищаемой воды в обратном направлении  
Г) полную замену очистного аппарата
47. Регенерация магнитного фильтра предусматривает:  
А) полную замену рабочего органа  
Б) прекращение магнитного воздействия с последующей промывкой (продувкой) рабочей фильтр-матрицы  
В) прекращение магнитного воздействия, деструкция зон захвата (нарушение скелетной структуры) с последующей промывкой (продувкой) рабочей фильтр-матрицы  
Г) интенсивная промывка (продувка) рабочей фильтр-матрицы
48. Аэротенки - это:  
А) отстойники с активно проветриваемой поверхностью очищаемой воды  
Б) отстойники, в которые помещают активный ил  
В) устройство аэрозольной обработки воздуха  
Г) устройство с тканевыми фильтрационными перегородками

49. В биофилт্রে:
- А) в качестве фильтрующей среды используются специальные биологические массы
  - Б) в фильтрующую среду помещают микроорганизмы
  - В) в фильтрующую среду помещают микроорганизмы и сквозь нее дополнительно пропускают воздух
  - Г) в фильтрующую среду добавляют специальные реагенты
50. Гиперфилтрация - это:
- А) филтрация при больших скоростях
  - Б) филтрация растворов органических и неорганических веществ через полупроницаемые мембраны с диаметром пор 0,5 - 1 нм и давлением 20-25 атм.
  - В) филтрация чрезвычайно больших расходов воды
  - Г) филтрация воды с чрезвычайно большой концентрацией примесей
51. Ультрафилтрация - это:
- А) филтрация малых порций очищаемой воды
  - Б) филтрация через мембраны с размерами пор более 150 нм для удаления крупных органических и неорганических молекул
  - В) филтрационная очистка от органических примесей
  - Г) очистка воды филтрацией от высокодисперсных твердых примесей
52. При электродиализе используются полупроницаемые мембраны для:
- А) филтрации очищаемой воды
  - Б) предотвращения выхода ионов из крайних камер электролизера
  - В) механической защиты электродов
  - Г) послойного расположения и усиления эффекта очистки
53. Энергоемкость термического метода очистки по сравнению с другими методами очистки
- А) выше
  - Б) намного выше
  - В) сопоставима
  - Г) ниже
54. Что не происходит при очистке воды с помощью электронных ускорителей
- А) обеспечивается агрегативная устойчивость коллоидных систем
  - Б) осуществляется радиационная деструкция органических веществ
  - В) осуществляется радиационная деструкция неорганических веществ
  - Г) обеспечивается радиационное обеззараживание
55. Кроме прямых измерений концентрации примесей на входе и выходе очистного аппарата, контроль за эффективностью его работы и необходимостью регенерации осуществляется
- А) по вибрационным характеристикам
  - Б) по шумовым характеристикам
  - В) по перепаду давления на входе и выходе аппарата
  - Г) по нарушению ритмичности работы аппарата
56. Одним из условий создания экономичных и эффективных магнитных фильтров является
- А) условие частичной разомкнутости магнитной цепи
  - Б) условие замкнутости магнитной цепи, включая рабочую матрицу
  - В) условие «вытянутости» магнитной цепи
  - Г) условие замкнутости магнитной цепи, исключая рабочую матрицу
57. В двухслойном зернистом фильтре (например из гравия и песка) слои располагают
- А) в порядке возрастания размеров зерен (гранул)

- Б) в порядке убывания размеров зерен (гранул)
- В) в виде смешанных слоев в соотношении 2:1
- Г) в виде смешанных слоев в соотношении 1:2

## ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ

1. Состав сточных вод. Свойства сточных вод.
2. Понятие взвешенных веществ.
3. Понятие нефтепродуктов сточных вод.
4. Химические показатели сточных вод: ХПК, БПК, рН сточной воды.
5. Разработка и обоснование технологических схем очистки сточных вод.
6. Технологические схемы очистки сточных вод.
7. Механическая очистка сточных вод. Способы и сооружения механической очистки сточных вод.
8. Грубая очистка сточной воды: решетки, решетки-дробилки.
9. Очистка сточной воды осаждением. Теоретические основы осаждения.
10. Песколовки: устройство, принцип работы.
11. Типы отстойников: устройство, принцип работы.
12. Горизонтальные отстойники.
13. Вертикальные отстойники.
14. Радиальные отстойники.
15. Очистка сточных вод в поле центробежных сил.
16. Гидроциклоны.
17. Теоретические основы очистки воды фильтрованием.
18. Характеристики фильтрующих материалов.
19. Напорный фильтр.
20. Скорый фильтр: устройство и принцип работы.
21. Промывка фильтров.
22. Коагулирование загрязнений сточной воды.
23. Камеры хлопьеобразования.
24. Теоретические основы работы флотационных установок.
25. Конструкция флотаторов.
26. Статическая и динамическая адсорбция.
27. Адсорбционные аппараты. Методы регенерации адсорбентов.
28. Физико-химические основы ионного обмена.
29. Установки ионного обмена.
30. Экстракция. Методы экстрагирования. Технологические схемы.
31. Мембранные методы очистки сточных вод. Мембранное разделение.
32. Перегонка и ректификация.
33. Электрохимические методы очистки сточных вод. Электрокоагуляция и электрофлотация.
34. Электродиализ.
35. Термические методы очистки. Концентрирование минерализованных сточных вод.
36. Термоокислительные методы обезвреживания жидких отходов.
37. Биологические методы очистки сточных вод.
38. Состав активного ила и биопленки.
39. Зависимость скорости биологической очистки от различных факторов.
40. Биохимический показатель.
41. Аэротенки и биофильтры.
42. Обработка, обеззараживание и утилизация осадков сточных вод.
43. Состав и свойства осадков сточных вод.
44. Сооружения для стабилизации осадка в анаэробных условиях.
45. Аэробные стабилизаторы. Обезвоживание осадков на иловых площадках.
46. Термическая сушка осадков сточных вод.
47. Сжигание осадков сточных вод.