Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 10.08.2026 17:58:19
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Водоотведение и очистка сточных вод

Направление подготовки
20.03.01 «Техносферная безопасность»

Профиль
«Экологическая безопасность и охрана труда»

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

доцент каф. «Экологическая безопасность технических систем»,
к.т.н., доцент /Е.Ю. Свиридова/

Согласовано:
Зав. каф. «Экологическая безопасность технических систем»,

д.б.н., проф. /Е.Н. Темерева/

Содержание

1.	Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине	4
2.	Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3.	Структура и содержание дисциплины	4
3.1.	Виды учебной работы и трудоемкость	4
3.2.	Тематический план изучения дисциплины	6
3.3.	Содержание дисциплины	7
3.4.	Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий	7
3.5.	Тематика курсовых проектов (курсовых работ)	7
4.	Учебно-методическое и информационное обеспечение	7
4.1.	Нормативные документы и ГОСТы	7
4.2.	Основная литература	7
4.3.	Дополнительная литература	7
4.4.	Электронные образовательные ресурсы	8
4.5.	Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение	8
4.6.	Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	8
5.	Материально-техническое обеспечение	8
6.	Методические рекомендации	8
6.1.	Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения	8
6.2.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	8
7.	Фонд оценочных средств	9
7.1.	Методы контроля и оценивания результатов обучения	10
7.2.	Шкала и критерии оценивания результатов обучения	11
7.3.	Оценочные средства	12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Водоотведение и очистка сточных вод» следует отнести следующие:

– получение знаний о современных процессах и аппаратов очистки сточных вод;

– изучение особенностей очистки сточных вод различного состава, условиям, на основе известных методов, технологий и конструкций экозащитной техники.

К основным задачам освоения дисциплины «Водоотведение и очистка сточных вод» следует отнести:

– освоение методологии, анализа и выбора известных устройств, систем и методов защиты человека и окружающей среды от опасностей;

Обучение по дисциплине «Водоотведение и очистка сточных вод» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека;	ИОПК-1.1. Умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач ИОПК-1.2. Умеет применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Водоотведение и очистка сточных вод» относится к числу учебных дисциплин обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в образовательную программу подготовки бакалавров.

Эта дисциплина связана со следующими дисциплинами ООП: «Физика», «Химия», «Экология», «Основы профессиональной деятельности», «Промышленная экология», «Оценка воздействия на окружающую среду».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, т.е. 144 академических часа.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			7	
1	**Аудиторные занятия**	**72**	72	
	В том числе:			
1.1	Лекции	36	36	
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36	
1.3	Лабораторные занятия			
2	**Самостоятельная работа**	**72**	72	
	В том числе:			

2.1	Курсовой проект	да	да	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**	экзамен	
	Итого	**144**	144	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Тема 1. Состав и свойства сточных вод.	14	4	2			8
2	Тема 2. Механическая очистка сточных вод.	18	4	6			8
3	Тема 3. Очистка сточной воды осаждением.	14	4	2			8
4	Тема 4. Очистка сточных вод в поле центробежных сил.	18	4	6			8
5	Тема 5. Очистка сточной воды фильтрованием.	16	4	4			8
6	Тема 6. Физико-химические методы очистки сточных вод.	14	4	2			8
7	Тема 7. Термические методы очистки.	18	4	6			8
8	Тема 8. Биологические методы очистки сточных вод.	18	4	6			8
9	Тема 9. Обработка, обеззараживание и утилизация осадков сточных вод.	14	4	2			8
	Итого	**144**	**36**	**36**			**72**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Состав и свойства сточных вод.

Состав и свойства сточных вод. Формирование состава сточных вод. Санитарно-химические показатели сточных вод. Методы очистки сточных вод. Разработка и обоснование технологических схем очистки сточных вод. Технологические схемы очистки сточных вод.

Тема 2. Механическая очистка сточных вод.

Механическая очистка сточных вод. Способы и сооружения механической очистки сточных вод. Грубая очистка сточной воды: решетки, решетки-дробилки.

Тема 3. Очистка сточной воды осаждением.

Очистка сточной воды осаждением. Теоретические основы осаждения. Песколовки: устройство, принцип работы. Типы отстойников: устройство, принцип работы. Область применения. Горизонтальные, вертикальные, радиальные отстойники.

Тема 4. Очистка сточных вод в поле центробежных сил.

Очистка сточных вод в поле центробежных сил. Применяемые аппараты и их конструкции.

Тема 5. Очистка сточной воды фильтрованием.

Очистка сточной воды фильтрованием. Теоретические основы очистки воды фильтрованием. Оптимизация режима фильтрования. Фильтрующие материалы. Виды фильтров. Скорый фильтр: устройство и принцип работы. Промывка фильтров.

Тема 6. Физико-химические методы очистки сточных вод.

Физико-химические методы очистки сточных вод. Коагулирование загрязнений сточной воды. Камеры хлопьеобразования. Физико-химические основы и способы флотации. Принцип действия и теоретические основы работы флотационных установок. Конструкция флотаторов. Физико-химические основы процесса адсорбции. Статическая и динамическая адсорбция. Адсорбционные аппараты. Методы регенерации адсорбентов. Физико-химические основы ионного обмена. Установки ионного обмена.

Тема 7. Термические методы очистки.

Концентрирование минерализованных сточных вод. Термоокислительные методы обезвреживания жидких отходов.

Тема 8. Биологические методы очистки сточных вод.

Биологические методы очистки сточных вод. Состав активного ила и биопленки. Зависимость скорости биологической очистки от различных факторов. Биохимический показатель. Аэротенки и биофильтры.

Тема 9. Обработка, обеззараживание и утилизация осадков сточных вод.

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.

3.4 Тематика семинарских/практических занятий

3.4.1. Семинарские/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 скорого фильтра. Расчет распределительной системы скорых фильтров.

7. Расчет камер хлопьеобразования.
8. Разработка технологических схем экстракции.
9. Разработка технологических схем биологической очистки.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

1. Основные методы очистки промышленных и сточных вод.
2. Особенности очистки нефтесодержащих сточных вод.
3. Способы регенерации скорых фильтров.
4. Реагентная регенерация зернистых фильтрующих материалов.
5. Способы утилизации осадков сточных вод.
6. Особенности мембранных методов очистки сточных вод.
7. Очистка сточных вод гальванического производства.
8. Очистка сточных вод нефтепереработки.
9. Основные методы определения состава сточных вод.
10. Очистка воды то синтетических поверхностно-активных веществ.
11. Удаление из воды пестицидов, гербицидов, ихтиоцидов и других веществ.
12. Радиационное улучшение качества воды.
13. Очистка воды от радиоактивных веществ.
14. Доочистка сточных вод для технического водоснабжения.
15. Оборотное водоснабжение автозаправочных станций.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. СанПиН 2.1.3684-21 "Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий".

URL:https://www.rospotrebnadzor.ru/files/news/SP2.1.3684-21_territorii.pdf

2. Справочники НДТ:

URL:https://www.gost.ru/portal/gost/home/activity/NDT

4.2 Основная литература

1. Ветошкин, А.Г. Основы инженерной защиты окружающей среды / А.Г. Ветошкин. – 2-е изд. испр. и доп. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. – 456 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444182

4.3 Дополнительная литература

1. Кольцов, В. Б. Очистка сточных вод : учебник и практикум для вузов / В. Б. Кольцов, О. В. Кондратьева ; под общей редакцией В. И. Каракеяна. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 164 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20304-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/589809

4.4 Электронные образовательные ресурсы

ЭОР не разработан.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Консультант Плюс
URL: https://www.consultant.ru/
2. Информационная сеть «Техэксперт»
URL: https://cntd.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Проведение лекций осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где по возможности можно предусмотреть демонстрацию фильмов, слайдов или использовать раздаточные материалы. Практические занятия с применением мультимедийных средств проводятся в аудитории. (Оснащена проектором, экраном, столами, стульями, доской) . Лабораторные работы проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных лабораторным оборудованием.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная, лабораторная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, лабораторные работы консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрыть содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий – обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа.

Преподаватель, принимающий зачёт или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа студента направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям и выполнение практических работ
- подготовка и выполнение тестирования с использованием общеобразовательного портала
- написание реферата по предложенной теме

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу также из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственнойработы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.

Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра по дисциплине «Процессы и аппараты очистки сточных вод»

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля

Практические работы	Оформленные выполненные практические работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя о выполнении, если выполнены и оформлены все работы.
Курсовой проект	Представить КП по выбранной теме с оценкой преподавателя по результатам представления КП в форме презентации и на бумажном носителе.
Тестирование	Оценка преподавателя, если результат тестирования по шкале составляет более 41 %.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1. Шкала оценивания курсового проекта (КП)

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все требования к написанию и защите КП: обозначена проблема и обоснована её актуальность, проведен анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.
Хорошо	Основные требования к КП и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём КП; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.
Удовлетворительно	Имеются существенные отступления от требований к КП. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании КП или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.
Неудовлетворительно	Тема КП не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

7.2.2. Шкала оценивания тестирования

Результат тестирования оценивается по процентной шкале оценки.

Оценка	Количество правильных ответов
отлично	от 81% до 100%
хорошо	от 61% до 80%
удовлетворительно	от 41% до 60%
неудовлетворительно	40% и менее правильных ответов

7.2.2. 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).

Отлично	ИОПК-1.1. Умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач ИОПК-1.2. Умеет применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
Хорошо	ИОПК-1.1. Умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач, но допускает ошибки, плохо ориентируется в новых технологиях ИОПК-1.2. Умеет применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования прирешении профессиональных задач, но допускает ошибки, плохо ориентируется в новых технологиях
Удовлетворительно	ИОПК-1.1. Частично умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач, допускает грубые ошибки ИОПК-1.2. Частично умеет применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач, допускает грубые ошибки
Незачтено	ИОПК-1.1. Не умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач ИОПК-1.2. Не умеет применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Пример тестовых заданий:

1 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

2. 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

3. 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

4. Принцип действия вертикальных отстойников основан на проявлении:

А) инерционной силы и силы тяжести

Б) центробежной силы

В) силы трения

Г) силы Кулона.

7.3.2. Промежуточная аттестация

7.3.2.1. Вопросы к экзамену по дисциплине «Водоотведение и очистка сточных вод»:

1. Состав сточных вод. Свойства сточных вод.
2. Понятие взвешенных веществ.
3. Понятие нефтепродуктов сточных вод.
4. Химические показатели сточных вод: ХПК, БПК, pH 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.