Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 13:57:20
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 /
« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы и аппараты очистки сточных вод

Направление подготовки/специальность
18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

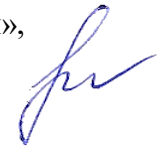
Профиль/специализация
Компьютерное моделирование энерго- и ресурсосберегающих технологий и производств

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

доцент каф. «Процессы и аппараты химической технологии»,
к.т.н., доцент  /О.В. Пирогова/

Согласовано:
Зав. каф. «Процессы и аппараты химической технологии»,
к.х.н.  /П.С. Громовых/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 9
5. Материально-техническое обеспечение 11
6. Методические рекомендации 11
7. Фонд оценочных средств 13

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Процессы и аппараты очистки сточных вод» следует отнести:

– формирование системных знаний о современных процессах и аппаратах, применяемых для очистки промышленных сточных вод различного состава;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

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

- изучение основных способов очистки промышленных сточных вод;
- изучение конструктивных особенностей, принципов работы и расчета аппаратов для очистки сточных вод;
- освоение методологии анализа и выбора известных устройств, систем и методов очистки сточных вод от различных загрязнений в зависимости от их состава;

Обучение по дисциплине «Процессы и аппараты очистки сточных вод» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
УК-8. Способен 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	ИУК-8.1. Анализирует и идентифицирует факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений), а также опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности ИУК-8.2. Понимает важность поддержания безопасных условий труда и жизнедеятельности, сохранения природной среды для обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов ИУК-8.3. Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения и военных конфликтов, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях
ПК-3. Способен реализовать мероприятия по ресурсо- и энергосбережению процессов	ИПК-3.1. Знает современные технологии очистки и подходы партнерской работы

очистки сточных вод и обработки осадка	участников процесса экологического сотрудничества абонентов и организаций очистки ИПК-3.2. Умеет содействовать проведению государственной политики строительства локальных очистных комплексов производства на очистные сооружения городов и населенных пунктов ИПК-3.3. Организует проведение мероприятий по использованию вторичных материалов, подготовку проектов получения биогаза, электроэнергии и тепловой энергии для реализации избытков на рынке

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Процессы и аппараты очистки сточных вод» относится к обязательной части блока дисциплин (Б.1) основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Процессы и аппараты очистки сточных вод» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части цикла (Б1):

– физика;
– химия;
– инженерная и компьютерная графика;
– промышленная экология;
– теоретические основы защиты окружающей среды;
– процессы и аппараты химической технологии;
– расчет технологических процессов и оборудования.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			7	
1	**Аудиторные занятия**	**54**	**54**	
	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	Курсовое проектирование			

2.2	Подготовка и выполнение промежуточных и итоговых тестов			
2.3	Подготовка к промежуточной аттестации			
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**зачет**	**зачет**	
	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 занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Введение**						
1.1	Тема 1. Влияние загрязненных сточных вод на состояние гидросферы и окружающей среды. Предотвращение загрязнения гидросферы. Виды загрязнений сточных вод и их источники.	12	2				3
1.2	Тема 2. Контроль и управление качеством воды в водном объекте. Требования к качеству воды, показатели качества и их классификация. Состав и свойства сточных вод. Виды водопользования. Системы водообеспечения и водоотведения промышленных предприятий.		2				3
1.3	Тема 3. Основные промышленные методы очистки сточных вод, технологические схемы и оборудование. Классификация методов очистки сточных вод. Разработка и обоснование технологических схем очистки сточных вод.		2				3
2	**Раздел 2. Механическая очистка сточных вод**						
2.1	Тема 1. Способы и сооружения механической очистки сточных вод. Грубая очистка сточной воды: решетки, решетки - дробилки.	44	2	4			6
2.2	Тема 2. Очистка сточной воды оса-		2	4			6

	ждением. Теоретические основы осаждения. Песколовки: устройство, принцип работы.						
2.3	Тема 3. Типы отстойников: устройство, принцип работы. Область применения. Горизонтальные, вертикальные, радиальные отстойники.		2	8			6
2.4	Тема 4. Очистка сточных вод в поле центробежных сил. Применяемые аппараты и их конструкции. Очистка сточной воды фильтрованием. Теоретические основы очистки воды фильтрованием. Фильтрующие материалы. Виды фильтров. Скорый фильтр: устройство и принцип работы. Промывка фильтров.		2	12			8
3	**Раздел 3. Физико-химические методы очистки сточных вод.**						
3.1	Тема 1. Коагуляция. Флокуляция. Камеры хлопьеобразования.	32	2	4			5
3.2	Тема 2. Флотация. Принцип действия и теоретическиеосновы работы флотационных установок. Конструкция флотаторов.		2	4			5
3.3	Тема 3. Адсорбция. Статическая и динамическая активность адсорбента.Адсорбционные аппараты. Методы регенерации адсорбентов.		2				3
3.4	Тема 4. Ионный обмен. Сущность процесса. Свойства ионитов. Регенерация ионитов. Установки ионного обмена.		2				3
3.5	Тема 5. Экстракция. Методы экстрагирования. Требования к экстрагенту. Технологические схемы. Регенерация экстрагентов.		2				3
3.6	Тема 6. Мембранные методы очистки сточных вод. Виды мембран. Принцип работы мембранного модуля. Основные характеристики мембран.		2				3
4	**Раздел 4. Биологические методы очистки сточных вод.**						
4.1	Тема 1. Состав активного ила и биопленки. Зависимость скорости биологической очистки от различных факторов. Биохимический показатель. Разновидности способов биологической очистки.	8	2				3

4.2	Тема 2 Аэробные и анаэробные методы очистки сточных вод. Биопруды. Аэротенки и биофильтры. Метантенки.		2				3
5	**Раздел 5. Химические, электрохимические и термические методы очистки сточных вод.**						
5.1	Тема 1. Нейтрализация. Окисление. Восстановление. Обеззараживание сточных вод.	8	2				3
5.2	Тема 2. Электрокоагуляция и электрофлотация. Термические методы очистки. Концентрирование минерализованных сточных вод.		2				3
6	**Раздел 6.Обработка, обеззараживание и утилизация осадков сточных вод.**						
6.1	Тема 1. Состав и свойства осадков сточных вод. Сооружения для стабилизации осадка в анаэробных условиях. Аэробные стабилизаторы. Обезвоживание осадков на иловых площадках.	4	2				3
Итого		**108**	36	36			72

3.3 Содержание дисциплины

Лекции

1. Введение. Влияние загрязненных сточных вод на состояние гидросферы и окружающей среды. Предотвращение загрязнения гидросферы. Виды загрязнений сточных вод и их источники.
2. Контроль и управление качеством воды в водном объекте. Требования к качеству воды, показатели качества и их классификация. Состав и свойства сточных вод. Виды водопользования. Системы водообеспечения и водоотведения промышленных предприятий.
3. Основные промышленные методы очистки сточных вод, технологические схемы и оборудование. Классификация методов очистки сточных вод. Разработка и обоснование технологических схем очистки сточных вод.
4. Механическая очистка сточных вод. Способы и сооружения механической очистки сточных вод. Грубая очистка сточной воды: решетки, решетки - дробилки.
5. Очистка сточной воды осаждением. Теоретические основы осаждения. Песколовки: устройство, принцип работы.
6. Типы отстойников: устройство, принцип работы. Область применения. Горизонтальные, вертикальные, радиальные отстойники.
7. Очистка сточных вод в поле центробежных сил. Применяемые аппараты и их конструкции. Очистка сточной воды фильтрованием. Теоретические основы очистки воды фильтрованием. Фильтрующие материалы. Виды фильтров. Скорый фильтр: устройство и принцип работы. Промывка фильтров.
8. Физико-химические методы очистки сточных вод. Коагуляция. Флокуляция. Камеры хлопьеобразования.
9. Физико-химические основы и способы флотации. Принцип действия и теоретические

основы работы флотационных установок. Конструкция флотаторов.

10. Физико-химические основы процесса адсорбции. Статическая и динамическая адсорбция.Адсорбционные аппараты. Методы регенерации адсорбентов.
11. Физико-химические основы ионного обмена. Сущность процесса. Свойства ионитов. Регенерация ионитов. Установки ионного обмена.
12. Экстракция. Методы экстрагирования. Требования к экстрагенту. Технологические схемы. Регенерация экстрагентов.
13. Мембранные методы очистки сточных вод. Виды мембран. Принцип работы мембранного модуля. Основные характеристики мембран.
14. Биологические методы очистки сточных вод. Состав активного ила и биопленки. Зависимость скорости биологической очистки от различных факторов. Биохимический показатель. Разновидности способов биологической очистки.
15. Аэробные и анаэробные методы очистки сточных вод. Биопруды. Аэротенки и биофильтры. Метантенки.
16. Химические методы очистки сточных вод. Нейтрализация. Окисление. Восстановление. Обеззараживание сточных вод.
17. Электрохимические методы очистки сточных вод. Электрокоагуляция и электрофлотация. Термические методы очистки. Концентрирование минерализованных сточных вод.
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.

Практические занятия

1. Расчет решеток для очистки сточных вод.
2. Расчет и проектирование песколовки.
3. Расчет и проектирование горизонтального отстойника.
4. Расчет и проектирование камеры хлопьеобразования.
5. Расчет и проектирование вертикального осветлителя.
6. Расчет флотатора.
7. Расчет скорого фильтра.
8. Расчет распределительной системы скорых фильтров.
9. Расчет гидроциклона (открытого и закрытого типа).

3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

1. Расчет и проектирование горизонтальной песколовки заданной производительности.
2. Расчет и проектирование горизонтального отстойника заданной производительности.
3. Расчет и проектирование вертикального осветлителя заданной производительности.
4. Расчет и проектирование флотатора заданной производительности.
5. Расчет и проектирование скорого фильтра.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 2.302-68. Единая система конструкторской документации Масштабы (с Изменениями № 1, 2, 3). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.302-68*
2. ГОСТ 2.304-81. Единая система конструкторской документации. Шрифты чертёжные (с Изменениями № 1, 2). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.304-81
3. ГОСТ 2.303-68. Единая система конструкторской документации. Линии (с Изменениями № 1, 2). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.303-68*
4. ГОСТ 2.306-68. Единая система конструкторской документации. Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертёж. https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.306-68*
5. ГОСТ 2.307-68. Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений (с Изменениями № 1, 2, 3). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.307-68*
6. ГОСТ 2.301-68. Единая система конструкторской документации. Форматы (с Изменениями № 1, 2, 3). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.301-68*
7. ГОСТ 2.001-2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения. https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.051-2013

4.2 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.

4.3 Дополнительная литература

1. Родионов А..И., Кузнецов Ю.П. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основыпроектирования 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.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

В процессе создания.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ИСС Гарант https://www.garant.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Проведение лекций и практических занятий осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где предусмотрена демонстрация фильмов, слайдов или использование раздаточных материалов.

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 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, 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.

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. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала 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.

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 по 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, лабораторных занятиям и выполнение практических работ и лабораторных работ.
- подготовка и выполнение тестирования с использованием общеобразовательного портала.

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 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 умственной работы 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
Курсовое проектирование	Оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка с расчетами, 2 листа формата А1 с технологической схемой и чертежом аппарата. Защита курсового проекта с оценкой в соответствии со шкалой в пункте 7.2.1..
Тестирование (промежуточное и итоговое)	Оценка в соответствии со шкалой в пункте 7.2.2.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1. Шкала оценивания курсового проекта

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все требования по оформлению курсового проекта: правильно сделаны расчеты и чертежи, пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями. Студент на защите

	грамотно делает доклад, в котором объясняет последовательность расчетов и принцип работы установки. Студент правильно отвечает на дополнительные вопросы преподавателя
Хорошо	Выполнены все требования по оформлению курсового проекта: правильно сделаны расчеты и чертежи, пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями, но допущены незначительные недочеты. Студент на защите грамотно делает доклад, в котором объясняет последовательность расчетов и принцип работы установки. При ответах на дополнительные вопросы студент допускает незначительные ошибки или неполные ответы.
Удовлетворительно	Имеются недочеты в оформлении курсового проекта. Студент допускает незначительные ошибки при ответах на вопросы или затрудняется ответить на некоторые дополнительные вопросы.
Неудовлетворительно	Имеются существенные недочеты в оформлении чертежей или пояснительной записки. Студент допускает ошибки при ответах или не может ответить на дополнительные вопросы.

7.2.2. Шкала оценивания тестирования

Результат тестирования оценивается по процентной шкале оценки.

Оценка	Количество правильных ответов
отлично	от 86% до 100%
хорошо	от 73% до 85%
удовлетворительно	от 60% до 72%
неудовлетворительно	40% и менее правильных ответов

7.2.3. Шкала оценивания промежуточной аттестации

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 учебнымпланом. 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.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.1.1. Пример задания на курсовое проектирование

Определите габаритные размеры вертикального осветлителя со взвешенным слоем осадкапри 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 водыЩ
		max	min					max	min		
-	$м^3$/сутки	мг/л	мг/л	град.	$\frac{мг \cdot экв}{л}$	-	$м^3$/сутки	мг/л	мг/л	град.	$\frac{мг \cdot экв}{л}$
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 восветлитель С, мг/л	Средняя концентрация осадка $\delta_{ср.}$ в г/м^3 при продолжительностиуплотнения 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 ссодержанием взвеси более 400 мг/л). Для вод, имеющих повышенную цветность и меньшую мутность (менее 400 мг/л), время Т должно быть 8-12 часов.

7.3.1.2. Примеры вопросы для подготовки к электронному тестированию

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 относятся:
   А) отработанные технологические растворы;
   Б) воды охлаждающих систем;
   В) коммунальные стоки;
   Г) воды химводоочистки.

3. К атмосферным сточным водам относятся:
   А) стоки, образующиеся при выпадении дождей на территории предприятия;
   Б) стоки, образующиеся при выпадении дождей, таяния снега на территории населенныхпунктов;
   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 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.

8. 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.

7.3.2. Промежуточная аттестация

7.3.2.1. 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, 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 очисткисточных 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.