Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 23.05.2024 12:13:58
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 /

«13» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Биологическая очистка 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

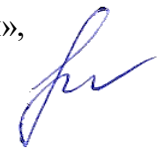
бакалавр

Формы обучения

очная

Москва, 2024 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.т.н.  /П.С. Громовых/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы55
3. Структура и содержание дисциплины55
   3.1. Виды учебной работы и трудоемкость55
   3.2. Тематический план изучения дисциплины65
   3.3. Содержание дисциплины**Ошибка! Закладка не определена.**9
   3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий811
   3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)**Ошибка! Закладка не определена.**12
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение812
   4.1. Нормативные документы и ГОСТы812
   4.2. Основная литература913
   4.3. Дополнительная литература913
   4.4. Электронные образовательные ресурсы913
   4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение914
   4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы914
5. Материально-техническое обеспечение914
6. Методические рекомендации914
   6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения1014
   6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины1115
7. Фонд оценочных средств1116
   7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения1116
   7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения1216
   7.3. Оценочные средства13

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Биологическая очистка сточных вод» следует отнести:

– формирование комплекса знаний об организационных, технологических и научных основах биологической очистки сточных вод;

– 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 «Биологическая очистка сточных вод» следует отнести:

– изучение основных методов биологической очистки хозяйственно-бытовых и близких к ним по составу производственных стоков;

– изучение конструктивных особенностей и принципов работы аппаратов для биологической очистки сточных вод;

– приобретение теоретических знаний и практических навыков по проектированию и расчёту основных сооружений биологической очистки сточных вод.

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

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ИОПК-2.1. Умеет разрабатывать математические модели химических и биотехнологических процессов и анализирует их эффективность. ИОПК-2.2. Умеет использовать математические модели при проектировании аппаратов, технологических линий и технологических параметров для управления производственных процессов. ИОПК-2.3. Умеет анализировать эффективность математических моделей и проектов с использованием информационных технологий.
ПК-3. Способен реализовать мероприятия по ресурсо- и энергосбережению процессов очистки сточных вод и обработки осадка	ИПК-3.1. Знает современные технологии очистки и подходы партнерской работы 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 «Биологическая очистка сточных вод» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Биологическая очистка сточных вод» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части цикла (Б1):

– физика;
– общая и неорганическая химия;
– органическая химия;
– промышленная экология;
– процессы и аппараты химической технологии.

В части, формируемой участниками образовательных отношений, цикла (Б1):

– процессы и аппараты очистки сточных вод;
– процессы и аппараты переработки отходов;
– энерго- и ресурсосберегающие процессы.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
				8
1	**Аудиторные занятия**	**54**		**54**
	В том числе:			
1.1	Лекции	36		36
1.2	Семинарские/практические занятия	18		18
1.3	Лабораторные занятия			
2	**Самостоятельная работа**	**90**		**90**
	В том числе:			
2.1	Подготовка к лабораторным работам			
2.2	Обработка экспериментальных данных и подготовка к защите лабораторных работ			
2.3	Подготовка и выполнение промежуточных и итоговых тестов			
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 занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Введение в микробиологию процесса биотехнологической очистки сточных вод**						
1.1	Тема 1. Микроорганизмы и их свойства.	22	2	2			4
1.2	Тема 2. Ферменты как биологические катализаторы. Химический состав микроорганизмов, их питание, дыхание.		2				4
1.3	Тема 3. Рост и размножение микроорганизмов. Основы биологической очистки сточных вод		2				6
2	**Раздел 2. Биофильтры**						
2.1	Тема 1. Сущность процесса очистки	24	2	2			4
2.2	Тема 2. Классификация биофильтров. Биофильтры с объёмной и плоской загрузкой		2				6
2.3	Тема 3. Распределение сточных вод по биофильтрам. Расчет биофильтров		2				6
3	**Раздел 3. Аэротенки**						
3.1	Тема 1. Технологические показатели работы аэрационной системы. Технологические и гидравлические схемы очистки сточных во в аэротенках	56	2	2			4
3.2	Тема 2. Система аэрации в аэротенках. Основные конструкции аэротенков		2	2			4
3.3	Тема 3. Технологический расчет аэротенков		2	2			6
3.4	Тема 4. Расчет систем аэрации аэротенков		2	2			6
3.5	Тема 5. Удаление биогенных элементов из сточных вод		4				4

3.6	Тема 6. Методы расчета биотехнических систем удаления биогенных элементов из сточных вод		2	2			8
4	**Раздел 4. Вторичные отстойники и илоуплотнители**						
4.1	Тема 1. Основные закономерности процесса осветления. Классификация и конструкции вторичных отстойников	18	2	2			4
4.2	Тема 2. Расчёт вторичных отстойников		2				8
5	**Раздел 5. Очистка сточных вод с использованием естественных методов**						
5.1	Тема 1. Основные положения и критерии для выбора метода почвенной очистки. Методы почвенной очистки сточных вод.	24	2	2			4
5.2	Тема 2. Биологические пруды и гидроботанические площадки		2				4
5.3	Тема 3. Водоросли и растения макрофиты биопрудов и гидроботанических площадок. Расчет биологических прудов		2				8
	Итого	**144**	**36**	**18**			**90**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в микробиологию процесса биотехнологической очистки сточных вод

Тема 1. Микроорганизмы и их свойства.

Тема 2. Ферменты как биологические катализаторы. Химический состав микроорганизмов, их питание, дыхание.

Тема 3. Рост и размножение микроорганизмов. Периодический рост культуры микроорганизмов. Непрерывный рост культуры микроорганизмов. Основы биологической очистки сточных вод.

Раздел 2. Биофильтры

Тема 1. Сущность процесса очистки.

Тема 2. Классификация биофильтров. Биофильтры с объёмной загрузкой: капельные биофильтры, аэрофильтры, башенные биофильтры. Биофильтры с плоской загрузкой: дисковые и барабанные погружные биофильтры.

Тема 3. Распределение сточных вод по биофильтрам: спринклерное орошение, реактивные вращающиеся оросители, водоструйная система орошения. Расчет биофильтров.

Раздел 3. Аэротенки

Тема 1. Принципы очистки сточных вод в аэротенках. Технологические показатели работы аэрационной системы. Технологические и гидравлические схемы очистки сточных во в аэротенках. Классификация аэротенков по гидравлической схеме работы и нагрузке.

Тема 2. Система аэрации в аэротенках. Пневматическая система. Механическая система. Комбинированная система. Струйная система. Основные конструкции аэротенков.

Тема 3. Технологический расчет аэротенков. Аэротенки-смесители без регенераторов. Аэротенки-смесители с регенераторами. Аэротенки-вытеснители без регенераторов.

Аэротенки-вытеснители с регенераторами. Циркуляционно-окислительные каналы. Комбинированный окситенк.

Тема 4. Расчет систем аэрации аэротенков. Аэротенки-смесители. Аэротенки-вытеснители без регенераторов. Аэротенки вытеснители с регенераторами. Гидравлический расчет системы аэрации аэротенков.

Тема 5. Удаление биогенных элементов из сточных вод. Биологический метод удаления азота. Биологический метод удаления фосфора. Биологический метод удаления серы.

Тема 6. Методы расчета биотехнических систем удаления биогенных элементов из сточных вод.

Раздел 4. Вторичные отстойники и илоуплотнители

Тема 1. Основные закономерности процесса осветления. Классификация и конструкции вторичных отстойников.

Тема 2. Расчёт вторичных отстойников. Вертикальные отстойники. Горизонтальные отстойники. Радиальные отстойники.

Раздел 5. Очистка сточных вод с использованием естественных методов

Тема 1. Основные положения и критерии для выбора метода почвенной очистки. Методы почвенной очистки сточных вод. Иловые площадки. Малые сооружения почвенной очистки. Поля фильтрации и поля орошения. Расчет полей фильтрации и орошения.

Тема 2. Биологические пруды и гидроботанические площадки**.**

Тема 3. Водоросли и растения макрофиты биопрудов и гидроботанических площадок. Расчет биологических прудов.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Тема 1. Основы биологической очистки сточных вод.

Тема 2. Расчет капельных биофильтров. Расчет высоконагружаемых биофильтров.

Тема 3. Расчет биофильтра с плоской загрузкой. Расчет дискового погружного биофильтра.

Тема 4. Расчет водораспределительных систем биофильтров.

Тема 5. Технологический расчет аэротенков.

Тема 6. Расчет систем аэрации аэротенков. Гидравлический расчет системы аэрации аэротенков.

Тема 7. Расчет биотехнических систем удаления биогенных элементов из сточных вод.

Тема 8. Расчёт вторичных отстойников.

Тема 9. Расчет полей фильтрации и орошения.

3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект не предусмотрен.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 №7-ФЗ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/

2. "Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006 N 74-ФЗ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/
3. Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/
5. Указ президента РФ от 19.04.2017 №176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года». 2 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216629/
6. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. https://docs.cntd.ru/document/5200017

4.2 Основная литература

1. Луканин А.В. Процессы и аппараты биологической очистки сточных вод: учебное пособие. М.: Университет машиностроения, 2014. 244 с.
2. Гудков А.Г. Биологическая очистка городских сточных вод: учебное пособие. - Вологда.: ВоГТУ, 2002. 127 с.
3. Хенце М. Очистка сточных вод / М. Хенце, П Армоэс, Й. Ля-Ку-Янсен и др.: пер. с англ. - М.: Мир, 2004. 480 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Кожинов В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчеты. / В.Ф. Кожинов. – 3-е изд. - М.: Изд-во литературы по строительству, 1971. – 303 с.
2. Яковлев С.В. Биологические фильтры / С.В. Яковлев, Ю.В.Воронов - 2-е изд. - М.: Стройиздат, 1982, 120 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

В стадии разработки.

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 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 «Биологическая очистка сточных вод»

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Самостоятельные и контрольные работы	Оценка 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 самостоятельных и контрольных работ

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Задача правильно решена и оформлена.
Хорошо	Задача решена правильно, но допущены незначительные ошибки в расчетах.
Удовлетворительно	Имеются ошибки в расчетах, но частично задача решена.
Неудовлетворительно	Задача решена неправильно.

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	59% и менее правильных ответов

7.2.3. Шкала оценивания промежуточной аттестации (экзамен)

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Студент демонстрирует знания, умения, навыки, 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.
Хорошо	Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, либо им допущены 2-3 несущественные ошибки.

Удовлетворительно	Студент демонстрирует знания, в которых освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, 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. Вопросы для подготовки к электронному тестированию (экзамену)

1. Микроорганизмы и их свойства.
2. Ферменты как биологические катализаторы.
3. Химический состав микроорганизмов, их питание, дыхание.
4. Рост и размножение микроорганизмов.
5. Периодический рост культуры микроорганизмов.
6. Непрерывный рост культуры микроорганизмов.
7. Основы биологической очистки сточных вод.
8. Биофильтры.
9. Сущность процесса очистки сточных вод в биофильтрах.
10. Классификация биофильтров.
11. Биофильтры с объёмной загрузкой: капельные биофильтры, аэрофильтры, башенные биофильтры.
12. Биофильтры с плоской загрузкой: дисковые и барабанные погружные биофильтры.
13. Распределение сточных вод по биофильтрам.
14. Спринклерное орошение.
15. Реактивные вращающиеся оросители.
16. Водоструйная система орошения.
17. Принципы очистки сточных вод в аэротенках.
18. Технологические показатели работы аэрационной системы.
19. Технологические и гидравлические схемы очистки сточных вод в аэротенках.
20. Классификация аэротенков по гидравлической схеме работы и нагрузке.
21. Система аэрации в аэротенках.
22. Пневматическая система аэрации.
23. Механическая система аэрации.
24. Комбинированная система аэрации.
25. Струйная система аэрации.
26. Основные конструкции аэротенков.
27. Аэротенки-смесители без регенераторов.
28. Аэротенки-смесители с регенераторами.
29. Аэротенки-вытеснители без регенераторов.
30. Аэротенки-вытеснители с регенераторами.
31. Циркуляционно-окислительные каналы.

32. Комбинированный окситенк.
33. Удаление биогенных элементов из сточных вод.
34. Биологический метод удаления азота.
35. Биологический метод удаления фосфора.
36. Биологический метод удаления серы.
37. Вторичные отстойники и илоуплотнители.
38. Основные закономерности процесса осветления.
39. Классификация и конструкции вторичных отстойников.
40. Вертикальные отстойники.
41. Горизонтальные отстойники.
42. Радиальные отстойники.
43. Очистка сточных вод с использованием естественных методов.
44. Основные положения и критерии для выбора метода почвенной очистки.
45. Методы почвенной очистки сточных вод.
46. Иловые площадки.
47. Малые сооружения почвенной очистки.
48. Поля фильтрации и поля орошения.
49. Биологические пруды и гидроботанические площадки.
50. Водоросли и растения макрофиты биопрудов и гидроботанических площадок.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Примеры экзаменационных билетов

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ**, кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина *Биологическая очистка сточных вод*
Образовательная программа ***18.03.02***
Курс **4**, семестр **8**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Состав активного ила.
2. Аэротенки-вытеснители без регенераторов.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ / П.С. Громовых /

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ**, кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина ***Биологическая очистка сточных вод***
Образовательная программа ***18.03.02***
Курс **4**, семестр **8**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Биофильтры с объёмной загрузкой.
2. Биологические пруды.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ / П.С. Громовых/

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ**, кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина ***Биологическая очистка сточных вод***
Образовательная программа ***18.03.02***
Курс **4**, семестр **8**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Химический состав микроорганизмов, их рост и питание.
2. Комбинированный окситенк.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ / П.С. Громовых /

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ**, кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина ***Биологическая очистка сточных вод***
Образовательная программа ***18.03.02***
Курс **4**, семестр **8**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Распределение сточных вод по биофильтрам.
2. Вторичные отстойники и илоуплотнители.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ / П.С. Громовых /