

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 29 » августа 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Биотехнологические методы защиты гидросферы
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 20.04.01 Техносферная безопасность
(код и наименование направления)

Направленность: Инженерная защита объектов гидросферы
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины «Биотехнологические методы защиты гидросферы» – формирование комплекса знаний и умений в области разработки, внедрения и применения технологий очистки сточных вод, основанных на процессах биохимической деструкции органических веществ.

Задачи дисциплины:

изучение особенностей и условий протекания биохимической деструкции органических веществ в условиях искусственных сооружений; методов и оборудования для биохимической очистки сточных вод;

-формирование умения анализировать основные биохимические методы и приемы очистки сточных вод, осуществлять выбор наиболее оптимального биохимического метода очистки сточных вод в условиях заданного производственного процесса и разрабатывать новые методы;

формирование навыков проведения расчетов основных технических и технологических параметров биотехнологических процессов; работы с нормативной, технологической документацией и справочными материалами.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Микроорганизмы активного ила и биопленки, условия культивирования

Аппаратурное оформление технологий биологической очистки сточных вод

Параметры оценки эффективности биологической очистки сточных вод

Способы интенсификации процессов биологической деструкции органических веществ

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК 2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает биохимические методы и технологии защиты гидросферы; биохимические модели деструкции органических веществ в процессе очистки сточных вод; критерии выбора биохимических методов очистки сточных вод; основные технологические параметры биохимической очистки сточных вод; нормативную, технологическую документацию и справочные материалы, необходимые для контроля работы сооружений биохимической очистки сточных вод; основные аппараты, используемые в биотехнологиях защиты гидросферы.	Знает экологическое законодательство Российской Федерации, нормативные и методические материалы по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов; порядок учета данных и составления отчетности по охране окружающей среды; технику инженерной защиты гидросферы физико-химическими и биохимическими методами; технологические режимы природоохранных объектов; правила охраны окружающей среды, промышленной и специальной безопасности; методы проведения экологического мониторинга; методики проведения химического и физико-химического анализа природных и сточных вод; методы идентификации, хранения и размножения микроорганизмов - деструкторов промышленных загрязнений	Контрольная работа
ПК 2.3	ИД-2ПК-2.3	Умеет применять критерии для обоснования выбора биохимических методов очистки сточных вод; рассчитывать основные технологические параметры биохимической очистки сточных вод; применять знания теоретических основ биохимических процессов для разработки	Умеет выполнять количественный анализ состава природных и сточных вод; использовать микробиологические методы работы с культурами микроорганизмов; разрабатывать оптимальные формы, дозировки и способы внедрения препаратов микроорганизмов на практике; применять	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		биотехнологий защиты гидросферы.	современные информационные технологии и специализированные программы для проведения биоинформационного анализа данных; формировать отчетную документацию в соответствии с требованиями экологических нормативов	
ПК 2.3	ИД-ЗПК-2.3	Владеет навыками проведения расчетов основных технических и технологических параметров биотехнологических процессов; навыками оценки эффективности биотехнологий защиты гидросферы; навыками работы с нормативной, технологической документацией и справочными материалами; навыками разработки технологических регламентов по биохимической очистке сточных вод.	Владеет навыками применения и получения коагулянтов, сорбентов и других реагентов для очистки природных и сточных вод; разработки способов и форм использования штаммов микроорганизмов - деструкторов промышленных загрязнений для очистки поверхностных, грунтовых и сточных вод; проведения очистки загрязненных поверхностных, грунтовых и сточных вод с использованием микроорганизмов-деструкторов; анализа результатов очистки загрязненных поверхностных и грунтовых вод с использованием микроорганизмов-деструкторов; формирования заключения об эффективности использования метаболического потенциала биообъектов для очистки воды от промышленных и хозяйственно-бытовых загрязнений; разработки и использования инновационных	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			технологий очистки природных и сточных вод	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	42	42	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	8	8	
- лабораторные работы (ЛР)	12	12	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	14	14	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	8	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	102	102	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
2-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Системы очистки сточных вод с активным илом	2	6	4	42
<p>Тема 1. Понятия и определения, используемые для описания процессов в системах с активным илом</p> <p>Эффективность очистки по интегральным показателям: ХПК, БПК5. Кратность рециркуляции. Основные характеристики ила: концентрация, масса, прирост, возраст. Нагрузка на ил, окислительная мощность. Избыточный активный ил и проблемы, связанные с его утилизацией и обезвреживанием. Материальный баланс в системе с активным илом. Основная нормативно-техническая и технологическая документация. Тема 2.</p> <p>Биологическая очистка сточных вод в аэротенках</p> <p>Типы аэротенков: аэротенки-смесители, аэротенки-вытеснители, аэротенки с рассредоточенной подачей воды. Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод с использованием аэротенков. Механическая очистка сточных вод и необходимость ее проведения перед этапом биологической очистки. Контроль параметров процесса биологической очистки сточных вод в аэротенке (физико-химические и гидробиологические). Приемы интенсификации биологической очистки сточных вод в аэротенке. Аппаратурное оформление процесса.</p> <p>Тема 3. Типы систем очистки стоков с активным илом Системы с рециркуляцией активного ила. Системы с совмещенным аэротенком и отстойником. Системы с контактной стабилизацией ила. Системы с биосорбцией взвешенного вещества. Системы очистки с нитрификацией, денитрификацией. Системы биологического удаления фосфора. Тема 4.</p> <p>Анаэробная очистка сточных вод Анаэробная обработка сточных вод. Предварительная обработка стоков при анаэробной очистке. Оптимизация анаэробной очистки. Запуск анаэробных реакторов. Нарушения в работе анаэробных реакторов: операционные проблемы, нарушения равновесия в системе, вынос биомассы, ингибирование. Аппаратурное оформление процесса. Обоснование и оценка эффективности применения анаэробных технологий очистки сточных вод. Материальный баланс процесса. Использование биогаза и сброженного осадка.</p>				
Очистка сточных вод в биофильтрах	2	0	2	20
<p>Тема 5. Типы биофильтров Роль биопленки в процессе очистки сточных вод. Отличия в структуре биоценоза активного ила и биопленки. Биофильтры: капельные, погружные, с вращающимися дисками. Характеристика</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
основных загрузочных материалов. Аппаратурное оформление процесса очистки сточных вод в биофильтрах. Биосорбционные фильтры. Механизм деструкции органических веществ в биосорбционных фильтрах. Тема 6. Технологические особенности применения биофильтра в технологии биологической очистки сточных вод Проблемы аэрации в биофильтре и пути их решения. Рост и удаление биомассы в биофильтрах. Критерии выбора технологии очистки сточных вод с использованием биофильтров. Оценка эффективности очистки сточных вод в биофильтрах. Граничные условия применения технологии.				
Биологическая очистка сточных вод в естественных условиях	3	6	4	20
Тема 7. Очистка сточных вод в биологических прудах Конструктивные особенности биологических прудов. Типы прудов: каскадные, секционные, аэробные, анаэробно-аэробные. Требования к сточным водам, поступающим в биологические пруды на очистку. Роль живых организмов в процессе очистки. Приемы интенсификации. Критерии обоснования использования биологических прудов для очистки или доочистки сточных вод. Тема 8. Поля орошения, поля фильтрации. Конструктивные особенности полей орошения и фильтрации. Граничные условия применения методов очистки с использованием полей орошения, полей фильтрации. Критерии обоснования использования полей орошения, полей фильтрации для очистки или доочистки сточных вод. Тема 9. Роль растений в системах очистки сточных вод Особенности использования растений в технологиях очистки сточных вод. Повышение эффективности очистки. Рост и удаление избыточной биомассы. Адаптационные возможности растений и их использование в окислительных кналах, на гидрботанических площадках, почвенных фильтрах.				
Почвенные методы очистки ливневых сточных вод	1	0	4	20
Тема 10. Особенности биологической очистки ливневых сточных вод Физико-химические свойства ливневых сточных вод. Неравномерность образования и неоднородность состава. Критерии выбора технологий очистки ливневых сточных вод. Оценка эффективности очистки. Тема 11. Конструктивные особенности сооружений для биологической очистки ливневых сточных вод Биологические пруды, фильтрующие траншеи,				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
комбинированные сооружения. Наземные и подземные почвенные фильтры, фильтрующие колодцы. Эксплуатация сооружений биологической очистки ливневых сточных вод.				
ИТОГО по 2-му семестру	8	12	14	102
ИТОГО по дисциплине	8	12	14	102

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Технологические расчеты аэротенка По заданным параметрам (ХПК сточной и очищенной воды, коэффициент прироста ила) найти концентрацию активного ила в аэротенке без рециркуляции
2	Технологические расчеты биофильтра На основании имеющихся исходных данных по количеству и качеству поступающих на очистку сточных вод, рассчитать объемную нагрузку на биофильтр, кратность рециркуляции, габариты биофильтра, окислительную мощность.
3	Технологические расчеты метантенка По исходным данным о составе и свойствах очищаемых сточных вод рассчитать размеры метантенка, необходимое количество кислорода, выход биогаза.
4	Технологические расчеты биологических прудов В соответствии с характеристикой сточных вод и требуемой эффективностью очистки рассчитать основные технические и технологические параметры биологического пруда: глубина, площадь зеркала, время пребывания, количество секций, окислительная мощность.
5	Провести эколого-технологический анализ биотехнологических систем защиты гидросферы от ливневых сточных вод

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Оценка зоны сапробности с использованием модельных установок
2	Наращивание активного ила в аэротенках и его адаптация к очищаемой модельной сточной воде
3	Гидробиологические исследования активного ила
4	Интенсификация биологической очистки модельной сточной воды в аэротенке

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Ксенофонтов Б. С. Биологическая очистка сточных вод : учебное пособие. Москва : ИНФРА-М, 2022. 254 с. 15,94 усл. печ. л.	1
2	Липунов И. Н., Первова И. Г., Никифоров А. Ф. Основы микробиологии и биотехнологии : учебное пособие для вузов. Екатеринбург : Изд-во УГЛТУ, 2008. 230 с. 13,48 усл. печ. л.	15

3	Терентьев В. И., Павловец Н. М. Биотехнология очистки воды. 2-е изд. Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2018. 272 с. 270 усл. печ. л.	1
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Биологическая очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов / Степанов С. В., Стрелков А. К., Швецов В. Н., Морозова К. М. Москва : Изд-во АСВ, 2017. 203 с. 12,75 усл. печ. л.	1
2	Прикладная экобиотехнология. Т. 1. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. 629 с. 51,35 усл. печ. л.	16
3	Таварткиладзе И. М., Клепикова В. В. Очистка сточных вод на биофильтрах. Киев : Будівельник, 1983. 72 с.	2
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Инженерно-экологический справочник. Т. 2. Москва : Инфра-Инженерия, 2019. 958 с.	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Вайсман Я. И., Зайцева Т. А., Рудакова Л. В. Микробиология и основы биотехнологии : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008. 202 с.	72

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Зайцева Т.А., Рудакова Л.В. Микробиотехнология и биотехнология/лабораторный практикум	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160393	локальная сеть; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Вайсман Я. И., Зайцева Т. А., Рудакова Л. В. Микробиология и основы биотехнологии	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-161022	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)

Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Комплект принадлежностей для микроскопирования	6
Лабораторная работа	Микроскоп Zeiss Axiolab	1
Лабораторная работа	Микроскоп OLYMPUS OPTICAL CZx10 с видеокамерой и программным обеспечением	1
Лабораторная работа	Модель аэротенка	2
Лабораторная работа	Учебный микроскоп	6
Лекция	Компьютер и проектор	1
Практическое занятие	Компьютер и проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Биотехнологические методы защиты гидросферы»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 20.04.01. Техносферная безопасность

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Инженерная защита объектов гидросферы

Квалификация выпускника: Магистр

Выпускающая кафедра: Охрана окружающей среды

Форма обучения: Очная

Курс: 1

Семестр: 2

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Дифференцированный зачет - 2 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (2-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, лабораторные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ИЗ	Т/КР		Зачет
Усвоенные знания						
З.1 Знает биохимические методы и технологии защиты гидросферы; биохимические модели деградации органических веществ в процессе очистки сточных вод; биохимические методы очистки сточных вод; основные технологические параметры биохимической очистки сточных вод; нормативную, технологическую документацию и справочные материалы, необходимые для контроля работы сооружений биохимической очистки сточных вод; основные аппараты, используемые в биотехнологиях защиты гидросферы.		ТО1		КР1		ТВ
Освоенные умения						
У.1 Умеет применять критерии обоснования выбора биохимических методов очистки сточных вод; технологические параметры биохимической очистки сточных вод; теоретических основ биохимических процессов для разработки биотехнологий защиты гидросферы.		ТО2	ОЛР			ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 Владеет навыками проведения расчетов основных технических и технологических параметров Биотехнологических процессов; навыками		ТО3		КР2		КЗ

оценки эффективности гидросферы; навыками технологической документации и материалами; навыками разработки технологических регламентов по биохимической очистке сточных вод.	биотехнологий защиты работы с нормативной, документацией и справочными материалами;						
---	---	--	--	--	--	--	--

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по выполнению лабораторных и практических работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Системы очистки сточных вод с активным илом и биопленкой», вторая КР – по модулю 2 «Биологическая очистка сточных вод в естественных условиях».

Типовые задания первой КР:

1. Оценка эффективности биологической очистки сточных вод по интегральным показателям: ХПК, БПК₅.
2. Основные характеристики ила: концентрация, масса, прирост, возраст.
3. Избыточный активный ил и проблемы, связанные с его утилизацией и обезвреживанием.
4. Типы аэротенков: аэротенки-смесители, аэротенки-вытеснители, аэротенки с рассредоточенной подачей воды.
5. Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод с использованием аэротенков.
6. Анаэробная обработка сточных вод. Оптимизация анаэробной очистки. Обоснование и оценка эффективности применения анаэробных технологий очистки сточных вод.
7. Роль биопленки в процессе очистки сточных вод.
8. Отличия в структуре биоценоза активного ила и биопленки.
9. Биосорбционные фильтры. Механизм деструкции органических веществ в биосорбционных фильтрах.
10. Граничные условия применения технологии очистки сточных вод в биофильтрах.

Типовые задания второй КР:

1. Типы прудов: каскадные, секционные, аэробные, анаэробно-аэробные.
2. Требования к сточным водам, поступающим в биологические пруды на очистку.
3. Критерии обоснования использования биологических прудов для очистки или доочистки сточных вод. Приемы интенсификации.
4. Понятие о самоочищении природных водных экосистем. Механизм процесса естественного самоочищения водоемов.
5. Конструктивные особенности полей орошения и полей фильтрации.
6. Граничные условия применения методов очистки с использованием полей орошения, полей фильтрации.
7. Роль растений в системах очистки сточных вод в естественных условиях.
8. Адаптационные возможности растений и их использование в окислительных каналах, на гидрботанических площадках, почвенных фильтрах.
9. Наземные и подземные почвенные фильтры, фильтрующие

колодцы. Конструктивные особенности, назначение.

10. Приемы интенсификации биологических методов очистки сточных вод в естественных условиях.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета. Дифференцированный зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачета

по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Классификация биохимических методов и технологий защиты гидросферы.
2. Критерии выбора биохимических методов очистки сточных вод.
3. Основные технологические параметры биохимической очистки сточных вод: физико-химические, химические, гидробиологические.
4. Классификация аэротенков. Конструктивные особенности.
5. Структура биоценоза активного ила.
6. Структура биоценоза биопленки.
7. Особенности очистки сточных вод в биофильтрах.
8. Конструктивные особенности биофильтров.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Оценить эффективность очистки сточных вод в аэротенке заданного состава и предложить приемы интенсификации процесса.
2. Оценить эффективность очистки сточных вод в биофильтре заданного состава и предложить приемы интенсификации процесса.
3. Оценить эффективность очистки сточных вод заданного состава в биологических прудах и предложить приемы интенсификации процесса.
4. Обосновать возможность применения для очистки сточных вод предложенного состава полей фильтрации.
5. Предложить систему контроля за очисткой сточных вод в аэротенке.
6. Обосновать возможность применения растений для повышения эффективности очистки сточных вод в биологических прудах.
7. Обосновать возможность применения системы нитри-денитрификации для сточных вод заданного состава.
8. Обосновать возможность применения в аэротенке систем с иммобилизованным активным илом.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Составить принципиальную технологическую схему процесса биологической очистки сточных вод с использованием аэротенка.
2. Составить принципиальную технологическую схему процесса биологической очистки сточных вод с использованием биофильтра.
3. Предложить варианты биологической очистки сточных вод заданного состава.
4. Предложить критерии выбора способа биологической очистки сточных вод.
5. Используя справочник наилучших доступных технологий предложить способ биологической очистки сточных вод заданного состава.
6. Обосновать возможность очистки сточных вод заданного состава биологическими методами.
7. Оценить преимущества и недостатки технологии биологической очистки сточных вод на полях фильтрации.
8. Предложить приемы интенсификации биологической очистки сточных вод для достижения нормативных показателей.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на дифференцированном зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче дифференцированного зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при дифференцированном зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.