

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 03 » февраля 20 ____ 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.

В процессе изучения дисциплины студент расширяет и углубляет части следующих компетенций:

способность создавать модели новых систем защиты человека и среды обитания (УК-1);

способность идентифицировать процессы и разрабатывать их рабочие модели, интерпретировать математические модели в нематематическое содержание, определять допущения и границы применимости модели, математически описывать экспериментальные данные и определять их физическую сущность, делать качественные выводы из количественных данных, осуществлять машинное моделирование изучаемых процессов (ПК-2.3);

способность разрабатывать системы управления объектами гидросферы в условиях повышенных техногенных нагрузок для обеспечения и поддержания заданных параметров качества водных ресурсов (ПК-2.3).

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, 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

Биотехнологии в очистке сточных вод;

Аппаратурное оформление биотехнологических процессов;

Критерии выбора методов и оценка их эффективности.

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 | <p>- Знает биохимические методы и технологии защиты гидросферы;</p> <p>- биохимические модели деструкции органических веществ в процессе очистки сточных вод;</p> <p>- критерии выбора биохимических методов очистки сточных вод;</p> <p>- основные технологические параметры биохимической очистки сточных вод;</p> <p>- нормативную, технологическую документацию и справочные материалы, необходимые для контроля работы сооружений биохимической очистки сточных вод;</p> <p>- основные аппараты, используемые в биотехнологиях защиты гидросферы.</p> | <p>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;</p> <p>технику инженерной защиты гидросферы физико-химическими и биохимическими методами;</p> <p>технологические режимы природоохранных объектов;</p> <p>правила охраны окружающей среды, промышленной и специальной безопасности;</p> <p>методы проведения экологического мониторинга; методики проведения химического и физико-химического анализа природных и сточных вод; методы идентификации, хранения и размножения микроорганизмов - деструкторов промышленных загрязнений</p> | Контрольная работа |
| ПК-2.3 | ИД-2ПК-2.3 | <p>--Умеет применять критерии для обоснования выбора биохимических методов очистки сточных вод;</p> <p>- рассчитывать основные технологические параметры биохимической очистки сточных вод;</p> <p>- применять знания теоретических основ биохимических</p> | <p>Умеет выполнять количественный анализ состава природных и сточных вод; использовать микробиологические методы работы с культурами микроорганизмов;</p> <p>разрабатывать оптимальные формы, дозировки и способы внедрения препаратов микроорганизмов на практике; применять</p> | 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 |
|-------------|-------------------|--|---|--------------------|
| | | процессов для разработки 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-3ПК-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 | |
| УК-1 | ИД-1УК-1. | Знает основные проблемы, связанные с условиями образования воздействием сточных вод на объекты гидросферы, характеристики различных видов сточных вод механизмы и закономерности биологической очистки сточных вод способы оценки эффективности очистки сточных вод биологическими методами приемы интенсификации биологических методов очистки сточных вод | Знает методы решения проблемных ситуаций в научно-технической и производственной профессиональной практике | Контрольная работа |
| УК-1 | ИД-2УК-1. | Умеет осуществлять подбор научной литературы по биотехнологическим методам защиты гидросферы оценивать эффективность и экономическую целесообразность применения различных биологических методов в очистке сточных вод обосновывать оптимальные решения при выборе способов и технологий очистки сточных вод биологическими методами | Умеет получать новые знания на основе системного подхода; критически анализировать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск решений на основе научной методологии | Контрольная работа |
| УК-1 | ИД-3УК-1. | Владеет навыками планирования эксперимента при обосновании выбора биологического метода очистки сточных вод и оценки его эффективности методами и методиками | Владеет навыками прогностической деятельности, позволяющей выстраивать стратегию исследований и практических решений; навыками эвристического анализа перспективных направлений науки и | 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 |
|-------------|-------------------|--|--|-----------------|
| | | проведения микробиологических и гидробиологических исследований приемами интенсификации процесса биологической очистки сточных вод | техники; навыками стратегического планирования в различных областях профессиональной деятельности. | |

3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 3 | |
| 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 |
| 3-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 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.</p> <p>Тема 2. Биологическая очистка сточных вод в аэротенках 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.</p> <p>Тема 4. 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 |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| <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 основных загрузочных материалов. Аппаратурное оформление процесса очистки сточных вод в биофильтрах. Биосорбционные фильтры. Механизм деструкции органических веществ в биосорбционных фильтрах.</p> <p>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.</p> | | | | |
| Биологическая очистка сточных вод в естественных условиях | 3 | 6 | 4 | 20 |
| <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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</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 |
| окислительных кналах, на гидроботанических 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, комбинированные сооружения. Наземные и подземные почвенные фильтры, фильтрующие колодцы. Эксплуатация сооружений биологической очистки ливневых сточных вод. | | | | |
| ИТОГО по 3-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. По известной конструкции реактора и характеристикам процесса рассчитать необходимый объем реактора |
| 2 | Расчет систем с нитрификацией - денитрификацией По исходным данным рассчитать объем реактора для полной нитрификации. Определить скорость удаления нитратов по исходным данным, при условии, что она постоянна по всему реактору |
| 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 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. |
| 5 | 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. |
| 6 | Биотехнологии в очистке ливневых сточных вод 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 которой 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 установления 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 | Биотехнология: теория и практика : учебник для вузов / Н. В. Загоскина [и др.]. - Москва: Оникс, 2009. | 33 |
| 2 | Нетрусов А. И. Микробиология : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. - Москва: Академия, 2012. | 6 |
| 3 | Чхенкели В. А. Биотехнология : учебное пособие / В. А. Чхенкели. - Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2014. | 4 |
| 2. Дополнительная литература | | |
| 2.1. Учебные и научные издания | | |
| 1 | Микробиология и биотехнология: лабораторный практикум / Т. А. Зайцева, Л. В. Рудакова ; Пермский государственный технический университет .- Пермь : Изд-во ПГТУ, 2011 .- 76 с. [Электронный ресурс] | 15 |
| 2 | Очистка сточных вод (примеры расчетов): учебное пособие для вузов и средних специальных учебных заведений / М. П. Лапицкая [и др.]. - Минск: Вышш. шк. А, 2007. - 256 с. | 20 |
| 3 | Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы: пер. с англ. / М. Хенце [и др.]. - М.: Мир, 2004. - 480 с. | 20 |
| 4 | Прикладная экобиотехнология: учебное пособие для вузов : в 2 т. / А. Е. Кузнецов [и др.] .- 2-е изд .- Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012 .- Т. 1 .- 629 с. | 2 |
| 5 | Прикладная экобиотехнология: учебное пособие для вузов : в 2 т. / А. Е. Кузнецов [и др.] .- 2-е изд .- Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012 .- Т. 2 - 485 с. | 2 |
| 2.2. Периодические издания | | |
| 1 | Вестник ПНИПУ. Урбанистика. Вестник ПГТУ.: журнал / Пермский государственный технический университет; Под ред. В. Ю. Петрова. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007 - 2011. - Изд. с 1994 по 2006 гг. см. в базе данных "Основной каталог" под загл. серии: Вестник ПГТУ. - Изд. с 2011 г. см.: Вестник ПНИПУ. С 2014 г. – ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. | |
| 2 | Экология и промышленность России: ЭКиП : общественный научно-технический журнал / Российская академия наук; Московский государственный институт стали и сплавов (Технологический университет); ЗАО "Калвис". - Москва: Калвис, 1996 .-. В вузах: ПНИПУ 2002-2015. - Издается с 1996 г. -Ежемесячное. ISSN 1816-0395. | |
| 2.3. Нормативно-технические издания | | |
| | Не используется | |
| 3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины | | |
| | Не используется | |
| 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента | | |
| | Не используется | |

6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы | Наименование разработки | Ссылка на информационный ресурс | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|---|---|---|
| Дополнительная литература | Микробиология и биотехнология: лабораторный практикум / Т. А. Зайцева, Л. В. Рудакова | http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3261 | 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 XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.02.2022) |
| 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 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 | Микроскоп OLYMPUS OPTICAL CZx10 с видеокамерой и программным обеспечением | 1 |
| Лабораторная работа | Микроскоп Zeiss Axiolab | 1 |
| Лабораторная работа | микроскоп учебный | 6 |
| Лабораторная работа | Модельная установка (аэротенк) | 2 |

| Вид занятий | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---|-------------------|
| Лекция | Компьютер и проектор | 1 |
| Практическое занятие | компьютер и принтер | 1 |

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Биотехнологические методы защиты гидросферы»

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: 2

Семестр: 3

Трудоёмкость:

| | | |
|--------------------------------------|-----|----|
| Кредитов по рабочему учебному плану: | 4 | ЗЕ |
| Часов по рабочему учебному плану: | 144 | ч. |

Форма промежуточной аттестации:

Диф. зачёт: 3 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.

Объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные 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 по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных 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 | | Зачёт |
| Усвоенные знания | | | | | | |
| 3.1 знать биохимические методы и технологии защиты гидросферы | | ТО1 | | | | ТВ |
| 3.2 знать основные технологические параметры биохимической очистки сточных вод | | ТО2 | | | | ТВ |
| 3.3. знать биохимические модели деструкции органических веществ в процессе очистки сточных вод | | ТО3 | ИЗ | | | ТВ |
| 3.4. знать критерии выбора биохимических методов очистки сточных вод | С1 | | | | | ТВ |
| 3.5. знать нормативную, технологическую документацию и справочные материалы, необходимые для контроля работы сооружений биохимической очистки сточных вод | С2 | | | | | ТВ |
| 3.6. знать основные аппараты, используемые в биотехнологиях защиты гидросферы | | ТО4 | | КР1 | | ТВ |
| Освоенные умения | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|--|----|-----|--|----|
| У.1 уметь применять знания теоретических основ биохимических процессов для разработки биотехнологий защиты гидросферы | | | | Т | | ПЗ |
| У.2 уметь применять критерии для обоснования выбора биохимических методов очистки сточных вод | | | | Т | | ПЗ |
| У.3. уметь рассчитывать основные технологические параметры биохимической очистки сточных вод | | | ИЗ | КР2 | | ПЗ |
| Приобретенные владения | | | | | | |
| В.1 владеть навыками проведения расчетов основных технических и технологических параметров биотехнологических процессов | | | ИЗ | | | ПЗ |
| В.2 владеть навыками оценки эффективности биотехнологий защиты гидросферы | | | ИЗ | | | ПЗ |
| В.3 владеть навыками работы с нормативной, технологической документацией и справочными материалами | | | | Т | | ПЗ |
| В.4 владеть навыками разработки технологических регламентов по биохимической очистке сточных вод | | | ИЗ | | | ПЗ |

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 дифференцированного зачета.

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

2. 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

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, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 4 лабораторных работы. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Интенсивные технологии биологической очистки сточных вод», вторая КР – по модулю 2 «Почвенные методы очистки сточных вод».

Типовые задания первой КР:

1. Основные характеристики ила: концентрация, масса, прирост, возраст. Нагрузка на ил, окислительная мощность.

2. Типы аэротенков: аэротенки-смесители, аэротенки-вытеснители, аэротенки с рассредоточенной подачей воды. Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод с использованием аэротенков..

Типовые задания второй КР:

1. Конструктивные особенности полей орошения и фильтрации. Граничные условия применения методов очистки с использованием полей орошения, полей фильтрации.

2. Особенности использования растений в технологиях очистки сточных вод. Повышение эффективности очистки. Рост и удаление избыточной биомассы.

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)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

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.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде 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 зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Механическая очистка сточных вод и необходимость ее проведения перед этапом биологической очистки.

2. Системы с рециркуляцией активного ила. Системы с совмещенным аэротенком и отстойником. Системы с контактной стабилизацией ила.

3. Анаэробная обработка сточных вод. Предварительная обработка стоков при анаэробной очистке. Оптимизация анаэробной очистки.

4. Роль биопленки в процессе очистки сточных вод. Отличия в структуре биоценоза активного ила и биопленки.

5. Биофильтры: капельные, погружные, с вращающимися дисками. Характеристика основных загрузочных материалов.

6. Требования к сточным водам, поступающим в биологические пруды на очистку. Роль живых организмов в процессе очистки. Приемы интенсификации.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Контроль параметров процесса биологической очистки сточных вод в аэротенке (физико-химические и гидробиологические).

2. Обоснование и оценка эффективности применения анаэробных технологий очистки сточных вод.

3. Оценка эффективности очистки сточных вод в биофильтрах. Граничные условия применения технологии.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Составить сравнительную характеристику биоценоза активного ила и биопленки.

2. По результатам контроля параметров процесса биологической очистки сточных вод в аэротенке (физико-химическим и гидробиологическим) оценить эффективность очистки и соответствие качества очищенных сточных вод нормативным требованиям.

3. Обосновать приемы интенсификации очистки сточных вод в биофильтре.

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на 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 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 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 зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.