

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт экологии и природопользования



*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Экологические технологии восстановления водных объектов и биотехнологии очистки сточных вод

Направление подготовки: 19.04.01 - Биотехнология

Профиль подготовки: Системная биотехнология и архитектура живых систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): заведующий кафедрой, к.н. (доцент) Никитин О.В. (кафедра прикладной экологии, отделение экологии), olnova@mail.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2	Способен формулировать актуальные задачи исследования и планировать эксперименты в области биотехнологии, использовать опытно-экспериментальную и приборную базы по тематике проводимых исследований, анализировать результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач
ПК-3	Способен профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты научно-исследовательских и производственно-технологических работ, экспертных заключений и научных отчетов

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

детерминирующие факторы, обуславливающие состояние водных экосистем, давать их квалифицированную оценку и уметь делать прогноз их дальнейшего развития, подходы биотехнологии очистки сточных вод.

Должен уметь:

выбирать наиболее рациональные способы для оздоровления водоемов, как с позиции экономической эффективности, так и с позиции экологической безопасности.

Должен владеть:

существующими и перспективными экотехнологическими подходами в области восстановления водных экосистем и биотехнологии очистки сточных вод.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания, умения и навыки в профессиональной деятельности.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.01.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 19.04.01 "Биотехнология (Системная биотехнология и архитектура живых систем)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 41 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 30 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 103 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение в восстановительную экологию. Антропогенное воздействие на водные экосистемы.	2	1	0	0	0	0	0	10
2.	Тема 2. Современные подходы в оздоровлении водных объектов. Теория и практика снижения внешней нагрузки на водные экосистемы.	2	1	0	0	0	0	0	12
3.	Тема 3. Борьба с эвтрофированием. Инактивация биогенов внутри водоема.	2	1	0	0	0	6	0	10
4.	Тема 4. Улучшение физико-химических условий в водоеме.	2	2	0	0	0	6	0	10
5.	Тема 5. Теория и практика снижения внутренней нагрузки на водные экосистемы.	2	1	0	0	0	8	0	10
6.	Тема 6. Радикальные восстановительные меры - изъятие донных отложений.	2	1	0	0	0	0	0	10
7.	Тема 7. Экологические подходы к оздоровлению водных экосистем.	2	2	0	0	0	0	0	10
8.	Тема 8. Подходы к восстановлению речных экосистем.	2	1	0	0	0	2	0	14
<b>4.2 Содержание дисциплины (модуля)</b>									
	Тема 9. Биотехнологическая очистка сточных вод.								17
	Тема 1. Введение в восстановительную экологию. Антропогенное воздействие на водные экосистемы. Цели и задачи восстановительной экологии, основные термины и определения, связь с другими природоохранными дисциплинами. Концепция "благополучия экосистемы", подходы к его оценке. Устойчивость экосистем к внешним воздействиям. Методы восстановительной экологии: полное восстановление исходного состояния; воссоздание экосистемы, по важным параметрам похожей на исходную (реабилитация); трансформация одной экосистемы в другую экосистему (замещение); невмешательство - самовосстановление экосистемы за счет экологической сукцессии. Наилучшие природоохранные практики. Особенности применения методов восстановительной экологии в наземных и водных экосистемах.								103

Антропогенное воздействие на водные экосистемы и факторы формирования качества вод. Антропогенная трансформация водных объектов. Основные современные проблемы: эвтрофирование, закисление, заиление, загрязнение, засоление. Естественное и антропогенное эвтрофирование, причины возникновения, возможные последствия. Синезеленые водоросли, факторы чрезмерного развития. Опасность "цветения" воды, цианотоксины их опасность для человека и гидробионтов. Методы качественной и количественной диагностики состояния водных экосистем: гидрохимические, биологические и комплексные подходы.

#### **Тема 2. Современные подходы в оздоровлении водных объектов. Теория и практика снижения внешней нагрузки на водные экосистемы.**

Основные принципы, подходы и стратегия оздоровления водных экосистем. Разработка восстановительных технологий: российская и зарубежная практика. Применение консервативных методов и инновационных разработок. Балансовый подход в восстановлении водных объектов.

Мероприятия по планомерному снижению эмиссии фосфора в водный объект. Работа с точечными источниками нагрузки. Очистка выпадающих сточных вод. Мероприятия по вводу в эксплуатацию новых и увеличению эффективности работы существующих очистных сооружений по очистке коммунально-бытовых, промышленных и сельскохозяйственных сточных вод. Внедрение систем оборотного водоснабжения на предприятиях. Варианты осуществления дренажного канализования на водосборе. Защита от рассеянных источников загрязнения. Берегоукрепление и ландшафтное обустройство территории. Использование габионных конструкций, армирующих геоматериалов (георешетки, геосетки, геотекстиль и т.п.). Методы лесо- и лугомелиорации. Организация буферных систем: перехватывающих прудов, искусственных ветландов.

### **Тема 3. Борьба с эвтрофированием. Инактивация биогенов внутри водоема.**

Лимитирующая роль фосфора в функционировании водных экосистем, основные формы в природных водах. Применение реагентной очистки. Особенности использования солей алюминия, железа и кальция для процедур восстановления. Определение дозы и времени внесения. Преимущества, происходящие процессы, влияющие факторы, возможные отрицательные последствия. Инактивация фосфора с использованием инновационных разработок (бентонитовая глина и модифицированные препараты на ее основе), преимущества метода.

### **Тема 4. Улучшение физико-химических условий в водоеме.**

Аэрация и оксигенация водной толщи. Техническая реализация и последствия для гидрохимического режима водоема. Варианты осуществления: выборочная послойная аэрация, аэрация всей водной толщи. Сохранение температурной стратификации и искусственная принудительная циркуляция (дестратификация). Создание придонных окисленных микрозон. Внесение нитратов в придонные слои воды в гранулированной форме и в виде раствора, инъекционное внесение реагентов в донные отложения. Устранение закисления водоемов.

### **Тема 5. Теория и практика снижения внутренней нагрузки на водные экосистемы.**

Изоляция донных отложений. Особенности осуществления, спектр применяемых материалов: кальцит, песок, глина, активированный уголь, цеолиты, полимерные пленки, геотекстиль, химические реагенты. Разбавление чистой водой, интенсификация водообмена. Искусственное регулирование уровня воды. Сброс вод гиполимниона. Осушение водоема. Внешнее удаление биогенов и загрязняющих компонентов на специализированных станциях водоочистки.

### **Тема 6. Радикальные восстановительные меры - изъятие донных отложений.**

Цели, средства и последствия драгирования. Технические средства реализации, применяемые устройства. Мероприятия по снижению неблагоприятных последствий. Щадящие способы осуществления процедуры выемки донных отложений. Определение объема донных наносов, необходимости их частичного или полного извлечения. Установление класса опасности изымаемых донных отложений. Первоначальная обработка ? принудительное обезвоживание. Добавление связывающих полимерных добавок и механическое обезвоживание (шнековый дегидратор, ленточный пресс, центрифуга (декантер), геотубы). Транспортирование и варианты дальнейшего размещения изъятых донных наносов.

### **Тема 7. Экологические подходы к оздоровлению водных экосистем.**

Рассматривается использование биологических методов в практике восстановления озер. Теория "трофического каскада". Пример естественной трофической сукцессии. Приемы биоманипулирования. Использование биофильтров, применение специализированных микробных сообществ, биоремедиация, альголизация. Процессы естественного самоочищения: физические, физико-химические, химические и биологические процессы. Структурно-функциональные блоки гидробиологического механизма самоочищения водных экосистем: фильтры, насосы, мельницы. Процессы естественного самоочищения. Методы для регулирования роста водных растений (физические, химические, биологические).

### **Тема 8. Подходы к восстановлению речных экосистем.**

Рассматриваются подходы к восстановлению речных экосистем на примере стран Западной Европы. Основные условия для успешного восстановления рек. Принципы экогидрологии, применяемые для восстановления рек: гидрологический, экологический, экотехнологический.

Пять обязательных условий для восстановления рек: 1) проектирование, направленное на создание образа более динамичной, здоровой реки; 2) возможность измерения экологических результатов проекта; 3) способность к самовосстановлению и гибкости по отношению к внешним изменениям должны обеспечиваться минимальными усилиями после реализации проекта; 4) экосистеме реки не должно быть нанесено значительного ущерба; 5) должны быть проведены как предварительная, так и последующая оценки результатов проекта, доступные широкой общественности.

### **Тема 9. Биотехнологическая очистка сточных вод.**

Аэробная биологическая очистка сточных вод. Сообщество активного ила. Биопленки и биообрастания. Устройство очистных сооружений. Очистка в аэротенках. Показатели работы очистных сооружений. Очистка на полях фильтрации и орошения. Очистка воды с помощью биофильтров.

Анаэробная биологическая очистка сточных вод. Микробные сообщества и биохимические процессы при анаэробной очистке сточных вод. Биометаногенез. Анаэробные реакторы.

Биологические методы удаления азота и фосфора из сточных вод. Анаммох-технология. Многостадийная биологическая очистка сточных вод.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Phoslock - <https://www.petwatersolutions.com/products/water-treatment-phoslock/>

Институт биологии внутренних вод РАН - <https://ibiw.ru/>

Институт озероведения РАН - <http://limno.ru/>

Институт экологии Волжского бассейна РАН - <http://www.ievbras.ru/>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекционных занятий студенту следует вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.</p> <p>Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</p> <p>Перед новой лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала надо обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, обратиться к лектору по графику его консультаций или на практических занятиях. Ознакомиться с содержанием очередной лекции по основным источникам литературы в соответствии с рабочей программой дисциплины.</p> <p>В ходе самостоятельной работы после прочтения конспекта лекций необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Следует доработать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.</p> <p>После завершения освоения темы студенту следует проверить, хорошо ли он запомнил основные положения каждого раздела. Попытаться не просто механически заучивать материал, а понять его суть, внутреннюю логику материала.</p> <p>Если возникли какие-нибудь затруднения при изучении теоретической части курса, следует обращаться к преподавателю за индивидуальной консультацией.</p>
лабораторные работы	<p>При подготовке к каждому практическому занятию необходимо обратиться к курсу лекций по данному вопросу и учебным пособиям, чтобы подробно представлять себе планируемый эксперимент. В ходе выполнения лабораторных работ строго следовать инструкциям по технике безопасности, правилам поведения в лаборатории и указаниям преподавателя.</p> <p>Этапы подготовки к лабораторному занятию:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- освежить в памяти теоретические сведения, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы,</li><li>- подобрать необходимую учебную и справочную литературу, научные статьи, научные отчеты, ознакомление с их содержанием.</li><li>- ознакомление с принципом рассматриваемого метода, используемыми материалами, реактивами, приборами.</li><li>- пошаговая проработка этапов лабораторного занятия.</li><li>- выполнение необходимых практических заданий.</li><li>- оформление лабораторной работы и подготовка к ответу на вопросы по ней.</li></ul>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа - это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа выполняет ряд функций, среди которых необходимо отметить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- развивающая (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);</li> <li>- ориентирующая и стимулирующая (процессу обучения придается ускорение и мотивация);</li> <li>- воспитательная (формируются и развиваются профессиональные качества специалиста);</li> <li>- исследовательская (новый уровень профессионально-творческого мышления);</li> <li>- информационно-обучающая (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях).</li> </ul> <p>Задачами самостоятельной работы студентов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;</li> <li>- углубление и расширение теоретических знаний;</li> <li>- формирование умения использовать справочную литературу;</li> <li>- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;</li> <li>- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;</li> <li>- развитие исследовательских умений.</li> </ul> <p>Самостоятельная работа по дисциплине включает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изучение теоретического лекционного и презентационного материала;</li> <li>- проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература);</li> <li>- работа с электронными учебно-методическими материалами по темам, вынесенным на самостоятельное изучение;</li> <li>- решение задач и выполнение заданий по пройденным темам;</li> <li>- подготовка к лабораторным работам и оформление работ после их выполнения на аудиторных занятиях;</li> <li>- подготовка к тестам и контрольным работам;</li> <li>- подготовка к зачету.</li> </ul> <p>В рамках самостоятельной работы необходимо выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на практических занятиях и консультациях неясные вопросы; выполнять и сдавать работы в срок.</p> <p>При изучении рекомендованной литературы следует делать конспект, выделяя наиболее важные разделы. Необходимо использовать интернет-источники, указанные в рабочей программе, вести поиск новых источников, где освещаются современные проблемы загрязнения и охраны атмосферного воздуха.</p> <p>Подготовка к зачету проводится по лекционному материалу, а также с использованием основной и дополнительной литературы. Подготовку к зачету необходимо проводить по теоретическим вопросам, параллельно следует прорабатывать соответствующие теоретические и практические, разделы курса, все неясные моменты фиксировать и выносить на плановую консультацию.</p>
зачет	<p>Итоговая форма контроля (зачет) состоит из ответов на вопросы к зачету. Для подготовки к зачету необходимо использовать лекционный материал, а также основную и дополнительную литературу. Зачет представляет собой итоговую проверку полученных в ходе курса знаний. Подготовка обучающегося к зачету включает самостоятельную работу в течение семестра и непосредственную подготовку в дни предшествующие зачету. Подготовку целесообразно начать с планирования и подбора литературы.</p> <p>Прежде всего следует внимательно перечитать учебную программу и примерные вопросы. Далее следует выделить наиболее непонятые и наименее знакомые пункты. Далее следует повторение всего программного материала. На эту работу необходимо выделить наибольшую часть времени.</p>

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:



Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 19.04.01 "Биотехнология" и магистерской программе "Системная биотехнология и архитектура живых систем".

Приложение 2

к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.01.01 Экологические технологии восстановления водных объектов и биотехнологии очистки сточных вод

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 19.04.01 - Биотехнология

Профиль подготовки: Системная биотехнология и архитектура живых систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

**Основная литература:**

1. Никитин О.В., Латыпова В.З., Поздняков Ш.Р. Экотехнологии восстановления водоемов: учебное пособие. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2015. - 139 с. - ISBN 978-5-00019-459-1. Режим доступа: [https://repository.kpfu.ru/?p\\_id=117325](https://repository.kpfu.ru/?p_id=117325)
2. Калинин, В. М. Экологический мониторинг природных сред: Учебное пособие/В.М.Калинин, Н.Е.Рязанова - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 203 с. ISBN 978-5-16-010638-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/496984> (дата обращения: 17.07.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Экологический мониторинг и экологическая экспертиза : учебное пособие / М. Г. Ясоев, Н. Л. Стреха, Э. В. Какарека, Н. С. Шевцова ; под ред. проф. М. Г. Ясоева. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 304 с. : ил. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006845-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1926304>. - Режим доступа: по подписке.
4. Луканин, А. В. Инженерная экология: процессы и аппараты очистки сточных вод и переработки осадков : учебное пособие / А.В. Луканин. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 605 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/22139. - ISBN 978-5-16-012132-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1218449>. - Режим доступа: по подписке.

**Дополнительная литература:**

1. Протасов, В. Ф. Экологические основы природопользования: Учебное пособие / Протасов В. Ф. - Москва : Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 304 с. (ПРОФИЛЬ) ISBN 978-5-98281-202-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/534685>. - Режим доступа: по подписке.
2. Григорьева, И. Ю. Основы природопользования : учебное пособие / И.Ю. Григорьева. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 336 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005475-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1408098>. - Режим доступа: по подписке.
3. Кураков А.В., Ильинский В.В., Котелевцев С.В., Садчиков А.П. Биоиндикация и реабилитация экосистем при нефтяных загрязнениях (ред. Садчиков А.П., Котелевцев С.В.). - Москва : Издательство 'Графикон', 2006. - 336 с. ISBN 5-7164-0541-X. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/345097>. - Режим доступа: по подписке.
4. Гудков, А.Г. Механическая очистка сточных вод : учеб. пособие / А.Г. Гудков. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 188 с. - ISBN 978-5-9729-0311-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1053347>. - Режим доступа: по подписке.

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.01.01 Экологические технологии восстановления водных  
объектов и биотехнологии очистки сточных вод*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 19.04.01 - Биотехнология

Профиль подготовки: Системная биотехнология и архитектура живых систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.