

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Биология»

УТВЕРЖДАЮ:  
Первый проректор  
\_\_\_\_\_/Змызгова Т.Р./  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

МЕТОДЫ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СРЕД  
образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**19.03.01– Биотехнология**

Направленность:  
**Биотехнология**

Формы обучения: заочная

Курган 2024

Рабочая программа дисциплины «Методы биотехнологической очистки сред» составлена в соответствии с учебным планом по программе бакалавриата Биотехнология (Биотехнология), утвержденным:

- заочной формы обучения «28» июня 2024 года.

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена на заседании кафедры «Биология» «28» июня 2024 года, протокол № 10

Рабочую программу составила  
доцент, канд.биол.наук

Т.А.Лушникова

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
«Биология», канд.биол.наук

Л.В. Прояева

Специалист по учебно-методической работе  
Учебно-методического отдела

И.В. Тарасова

Начальник Управления  
образовательной деятельности

И.В. Григоренко

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 4 зачетных единицы трудоемкости (144 академических часа)

### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		6
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	8	8
Практические занятия	6	6
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>130</b>	<b>130</b>
<b>в том числе:</b>		
Подготовка к зачету	18	18
Контрольная работа	18	18
Другие виды самостоятельной работы	94	94
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Методы биотехнологической очистки сред» входит в часть формируемую участниками образовательных отношений дисциплин блока 1, дисциплина по выбору. Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин: «Микробиология», «Введение в биотехнологию», «Процессы и аппараты биотехнологии», «Клеточная биотехнология», «Генетическая инженерия», «Экологическая биотехнология», «Основы биохимии и молекулярной биологии».

Результаты обучения по дисциплине необходимы для освоения последующих дисциплин: «Методы анализа в биотехнологических производствах», «Биобезопасность и техногенные риски в биотехнологии», «Безопасность эксплуатации биотехнологических установок», «Большой практикум по биотехнологии», «Биотехнологические процессы в промышленности».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

**Цель** освоения дисциплины: обучение основам исследования и разработки современных биотехнологических методов очистки окружающей среды; формирование у обучающихся навыков применения методов биотехнологии для защиты окружающей среды.

**Задачами** дисциплины являются: формирование знаний о естественных биологических процессах, происходящих во всех природных экосистемах и принципах их использования в биотехнологических методах; обучение теоретико-методологическим основам и практическим навыкам применения современных методов утилизации всех видов загрязнений, связанных с хозяйственной деятельностью человека

**Компетенции**, формируемые в результате освоения дисциплины:

- Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств и управление промышленным производством лекарственных средств (ПК-2);
- Выполнение работ по внедрению биотехнологических методов в производство, переработку и хранению продукции сельскохозяйственных растений и животных (ПК-3);
- Выполнение стандартных технологических операций в аквакультуре и проведение работ по повышению качества переработки промысловых гидробионтов и рыбной продукции (ПК-5).

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Методы биотехнологической очистки сред», оцениваются при помощи оценочных средств.

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Методы биотехнологической очистки сред», индикаторы достижения компетенций ПК-2, ПК-3, ПК-5, перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1.	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>	Знать: основы биотехнологии промышленного производства лекарственных средств	3 (ИД-1 <sub>ПК-2</sub> )	Знает: теоритические основы биотехнологии промышленного производства лекарственных средств	Вопросы для практических занятий, коллоквиума, зачета

2.	ИД-2 <sub>ПК-2</sub>	Уметь: осуществлять биотехнологический процесс производства лекарственных средств	У (ИД-2 <sub>ПК-2</sub> )	Умеет: осуществлять биотехнологический процесс производства лекарственных средств	Вопросы для практических занятий, вопросы коллоквиума, вопросы для зачета
3.	ИД-3 <sub>ПК-2</sub>	Владеть: методами биотехнологии лекарственных препаратов и приёмами интерпретации полученных результатов	В (ИД-3 <sub>ПК-2</sub> )	Владеет: приёмами анализа и обобщения результатов экспериментальных работ	Вопросы для практических занятий, вопросы коллоквиума, вопросы для зачета
4.	ИД-1 <sub>ПК-3</sub>	Знать: основы биотехнологии переработки продукции сельскохозяйственных растений и животных	З (ИД-1 <sub>ПК-3</sub> )	Знает: теоритические основы биотехнологии переработки продукции сельскохозяйственных растений и животных	Вопросы для практических занятий, коллоквиума, зачета
5.	ИД-2 <sub>ПК-3</sub>	Уметь: осуществлять биотехнологический процесс переработки продукции сельскохозяйственных растений и животных	У (ИД-2 <sub>ПК-3</sub> )	Умеет: осуществлять биотехнологический процесс переработки продукции сельскохозяйственных растений и животных	Вопросы для практических занятий, вопросы коллоквиума, вопросы для зачета
6.	ИД-3 <sub>ПК-3</sub>	Владеть: методами биотехнологической переработки продукции сельскохозяйственных растений и животных и приёмами интерпретации полученных результатов	В (ИД-3 <sub>ПК-3</sub> )	Владеет: приёмами анализа и обобщения результатов экспериментальных работ	Вопросы для практических занятий, вопросы коллоквиума, вопросы для зачета
7.	ИД-1 <sub>ПК-5</sub>	Знать: технологические операции аквакультуре	З (ИД-1 <sub>ПК-5</sub> )	Знает: технологические операции аквакультуре	Вопросы для практических занятий, вопросы коллоквиума, вопросы для зачета
8.	ИД-2 <sub>ПК-5</sub>	Уметь: выполнять технологические операции в аквакультуре и проводить работы по переработке промысловых гидробионтов и рыбной продукции	У (ИД-2 <sub>ПК-5</sub> )	Умеет: выполнять технологические операции в аквакультуре и провести работы по переработке промысловых гидробионтов и рыбной продукции	Вопросы для практических занятий, вопросы коллоквиума, вопросы для зачета
9.	ИД-3 <sub>ПК-5</sub>	Владеть: методами биотехнологической переработки продукции сельскохозяйственных растений и животных и приёмами интерпретации полученных результатов	В (ИД-3 <sub>ПК-5</sub> )	Владеет: приёмами анализа и обобщения результатов экспериментальных работ	Вопросы для практических занятий, вопросы коллоквиума, вопросы для зачета

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план

#### Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
		Лекции	Практические работы
1	Тема 1. Экологические аспекты биотехнологии. Антропогенные факторы загрязнения	1	1
2	Тема 2. Классификации токсических соединений, механизмы их действия	1	1
3	Тема 3. Биотрансформация загрязняющих веществ	1	1
4	Тема 4. Методы биотехнологической очистки сточных вод	2	1
5	Тема 5. Методы биотехнологической очистки воздушной среды	2	1
6	Тема 6. Методы биотехнологической очистки почв	1	1
<b>Всего:</b>		<b>8</b>	<b>6</b>

### 4.2. Содержание лекционных занятий

#### *Тема 1. Экологические аспекты биотехнологии. Антропогенные факторы загрязнения*

Экологическая биотехнология как новая комплексная отрасль экологически безопасных производств. Основные этапы развития экологической биотехнологии. Пути создания экологически безопасных производств. Антропогенное влияние на окружающую среду. Ксенобиотика. Ксенобиотический профиль окружающей среды. Типы загрязнений окружающей среды. Локальные, региональные и глобальные загрязнения и их характеристика. Особенности загрязнения экосистем ксенобиотиками, токсикантами и другими химическими веществами. Промышленные источники химического загрязнения биосферы. Горнодобывающая промышленность. Теплоэнергетика. Metallургическая и металлообрабатывающая промышленность. Химическая промышленность. Добыча, транспортировка и переработка нефти. Атомная промышленность. Транспортное загрязнение. Сельскохозяйственное загрязнение. Минеральные и органические удобрения. Пестициды. Техногенное и лабораторное загрязнение.

#### *Тема 2. Классификации токсических соединений, механизмы их действия*

Классификация по происхождению, способу использования человеком, по механизму действия токсикантов, по способу изолирования из биологического материала, по происхождению и другие. Вещества – ингибиторы холинэстеразы, сульфгидрильные яды, вещества, блокирующие кислородпередающую функцию крови: угарный газ, метгемоглобинообразователи, гемолитические яды, синильная кислота и ее соли, блокирующие тканевое дыхание.

Токсичные соединения азота, фосфора, серы, источники их поступления в окружающую среду, механизмы токсического действия. Тяжелые металлы: источники поступления, характер накопления в живых организмах. Органические токсиканты, полициклические углеводороды, полихлорированные бифенилы. Ядовитые галогенпроизводные, альдегиды, кетоны, спирты. Основные классы пестицидов и гербицидов. Диоксины. Нефть и отходы ее переработки как один

из основных факторов загрязнения окружающей среды. Активные формы кислорода, озон, свободные радикалы. Механизмы защиты от токсического действия кислорода. Факторы, влияющие на токсичность. Явления, наблюдаемые при длительном воздействии токсикантов. Специальные формы токсического процесса. Иммунотоксичность. Мутагенное, тератогенное и эмбриотоксическое действие ксенобиотиков. Химический канцерогенез. Разнообразие канцерогенных веществ по химической структуре и происхождению веществ. Виды избирательной токсичности. Раздражающее действие. Дерматоксичность, пульмонотоксичность, гематоксичность, нейротоксичность, гепатоксичность, нефротоксичность. Токсичность лекарственных средств. Особенности проведения химико-токсикологического анализа лекарственных средств.

### ***Тема 3. Биотрансформация загрязняющих веществ***

Микробная деградация органических загрязнителей. Биотрансформация и биодоступность. Физиолого-биохимические особенности микроорганизмов-деструкторов. Кометаболизм как уникальный процесс разложения токсических веществ, свойственный микроорганизмам, его биологический смысл. Проблемы, связанные с микробиологической деградацией токсических веществ (стабильность микробсообществ, исследование путей деградации, управление естественной микрофлорой и др.). Пути микробной деструкции нефтяных углеводородов. Биодеградация парафиновых, нафтеновых, ароматических углеводородов. Механизмы биодеградации полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Особенности процессов разложения пестицидов микроорганизмами. Использование микробных консорциумов для деградации загрязнителей. Методы конструирования искусственных консорциумов. Научно-технологические основы получения биомассы микроорганизмов для создания биопрепаратов для ремедиации природных сред и для сельского хозяйства. Создание промышленных штаммов микроорганизмов. Хемостатная селекция. Характеристика плазмид биодеградации и их биологические особенности. Перечень бактериальных штаммов, несущих плазмиды биодеградации. Использование Д-плазмид, конструирование штаммов-деструкторов *in vitro* и создание новых катаболитных путей, белковая инженерия ферментов биодеградации. Подбор подходящих биореагентов, создание новых биореагентов. Модификация ферментов, направленный мутагенез. Биореакторы.

### ***Тема 4. Методы биотехнологической очистки сточных вод***

Составы сточных вод, подвергаемых биологической очистке. Сравнительная оценка биологических методов очистки сточных вод с механическими, физико-химическими и химическими. Классификация сточных вод и последовательные стадии очистки. Характеристика процессов аэробной очистки сточных вод как важнейшей отрасли биотехнологии. Типы очистных сооружений в естественных (поля орошения, поля фильтрации и биологические пруды) и искусственных (биофильтры, аэротенки) условиях. Характеристика и состав микрофлоры активного ила и биопленки. Способы утилизации активного ила. Характеристика анаэробных реакторов первого и второго поколения. Факторы, влияющие на эффективность их функционирования. Биотехнологическая очистка сточных вод водорослями и водными растениями. Биологические пруды с микроводорослями. Биологические пруды с высшей водной растительностью.

### ***Тема 5. Методы биотехнологической очистки воздушной среды***

Особенности загрязнения воздушной среды ксенобиотиками. Пыле- и газоочистка промышленных объектов. Термические и каталитические способы очистки. Циклоны - распространенные аппараты пылеулавливания. Пылегазоочистное оборудование мокрого типа: скрубберы Вентури, применение рукавных и электрических фильтров. Адсорбция оксидов азота естественными цеолитами. Защита воздушного бассейна от антропогенных воздействий.

Основные типы биореакторов, их характеристика и перспективные направления усовершенствования. Использование биофильтров, биогазоочистителей. Техническая реконструкция, перепрофилирование, ликвидация вредных производств.

#### **Тема 6. Методы биотехнологической очистки почв**

Методы очистки почв от техногенного загрязнения: механические, физические, химические и биологические, сравнительная характеристика. Технология биоремедиации и возможности ее использования. Микробная очистка почв от углеводородного загрязнения. Факторы, влияющие на эффективность биоремедиации: диапазон температур, влажность почвы, величина pH почвы, уровень кислорода и содержание источников азота и фосфора, концентрация, состав и биодоступность загрязнителя. Интродукция нефтеокисляющих микроорганизмов в загрязненную почву: проблемы и перспективы. Коммерческие биопрепараты, предназначенные для очистки почвы от нефти и нефтепродуктов. Фиторемедиация. Биотрансформация ксенобиотиков растениями.

Роль микроорганизмов в изменении подвижности и концентрировании металлов в природных средах. Токсическое действие металлов на микроорганизмы. Выщелачивание куч и отвалов. Бактериальное выщелачивание (подземное). Выщелачивание минеральных концентратов в аппаратах (чановое выщелачивание). Биосорбция металлов из растворов. Транслокационная миграция металлов в растения и их накопление гидробионтами.

Биодеструкция ксенобиотиков лигнолитическими микроорганизмами. Переработка растительного сырья и углеводсодержащих отходов в белок одноклеточных организмов. Силосование. Компостирование полевое. Компостирование в биореакторах. Вермикомпостирование. Технологии получения биогаза. Биоконверсия с получением спирта. Углеводороды из биомассы. Особенности развития нетрадиционной энергетики в России.

#### **4.3. Практические занятия**

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практической работы	Норматив времени, час.
			Очно-заочная форма обучения
1	Тема 1. Экологические аспекты биотехнологии. Антропогенные факторы загрязнения	Типы загрязнений окружающей среды.	1
2	Тема 2. Классификации токсических соединений, механизмы их действия	Классификации токсических соединений, механизмы их действия.	1
3	Тема 3. Биотрансформация загрязняющих веществ	Получение биомассы микроорганизмов для создания биопрепаратов для ремедиации природных сред.	1
4	Тема 4. Методы биотехнологической очистки сточных вод	Методы биотехнологической очистки сточных вод	1
5	Тема 5. Методы биотехнологической очистки воздушной среды	Методы биотехнологической очистки воздушной среды	1
6	Тема 6. Методы биотехнологической очистки почв	Методы биотехнологической очистки почв	1
<b>Всего</b>			<b>6</b>

#### 4.4. Контрольная работа

Контрольная работа посвящена более глубокому изучению тем: «Классификации токсических соединений, механизмы их действия», «Биотрансформация загрязняющих веществ», «Методы биотехнологической очистки сточных вод», «Методы биотехнологической очистки воздушной среды», «Методы биотехнологической очистки почв». Контрольная работа оформляется в редакторе Word. Формат книжный, А4. Поля: оформлением полей: левое – 30мм, правое – 10 мм, нижнее – 20 мм, верхнее – 20 мм. Абзацный отступ – 1,25 см. Шрифт – Times New Roman 14, интервал 1,5. В конце работы идет пронумерованный список источников и литературы в алфавитном порядке.

#### 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей практической работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения практических работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале практической работы.

Преподавателем запланировано применение на практических занятиях технологий развивающего обучения, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения практических работ, защиты отчетов, а также взаимооценка и обсуждение результатов выполнения практических работ.

Рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим работам, выполнение контрольной работы, подготовку к зачету.

#### Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
	Очно-заочная форма обучения
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>88</b>
Тема 1. Экологические аспекты биотехнологии. Антропогенные факторы загрязнения	14
Тема 2. Классификации токсических соединений, механизмы их действия	14
Тема 3. Биотрансформация загрязняющих веществ	15
Тема 4. Методы биотехнологической очистки сточных вод	15
Тема 5. Методы биотехнологической очистки воздушной среды	15
Тема 6. Методы биотехнологической очистки почв	15

<b>Подготовка к практическим занятиям</b> (по 2 часа на каждое занятие)	<b>6</b>
<b>Контрольная работа</b>	<b>18</b>
<b>Подготовка к зачету</b>	<b>18</b>
<b>Всего:</b>	<b>130</b>

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **6.1. Перечень оценочных средств**

1. Отчеты обучающихся по практическим работам.
2. Вопросы к зачету.
3. Контрольная работа.

### **6.2. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины**

Зачет (по итогам семестра) проводится в форме устного собеседования. Вопросы к зачету содержатся в экзаменационных билетах, включающих по 3 теоретических вопроса. На подготовку к ответу обучающемуся дается минимум 45 минут.

Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачёта, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

### **6.3. Примеры оценочных средств для зачета** **Перечень вопросов к зачету по итогам семестра**

1. Пути создания экологически безопасных производств. Экологическая биотехнология как новая комплексная отрасль экологически безопасных производств. Основные этапы развития экологической биотехнологии.
2. Локальные, региональные и глобальные загрязнения и их характеристика. Промышленные источники химического загрязнения биосферы. Транспортное загрязнение. Сельскохозяйственное загрязнение. Минеральные и органические удобрения. Пестициды.
3. Загрязнение воздушного бассейна городов. Загрязнение природных вод коммунальными стоками. Твердые бытовые отходы.
4. Классификации токсических соединений, поступающих в окружающую среду.
5. Мутагенное, тератогенное и эмбриотоксическое действие ксенобиотиков.
6. Химический канцерогенез. Избирательная токсичность. Раздражающее действие. Дерматоксичность, пульмонотоксичность, гематоксичность, нейротоксичность, гепатоксичность, нефротоксичность.
7. Общие закономерности распределения химических загрязняющих веществ в биосфере, пути их миграции и превращения. Пути поступления и абсорбция токсикантов. Транспорт токсичных веществ через клеточные мембраны.
8. Биотрансформация токсикантов. Ферментативные реакции 1-ой фазы биотрансформации: гидролиз, восстановление и окисление. Ферментативные реакции 2-ой фазы биотрансформации. Глюкуронирование, сульфатирование, метилирования и ацетилирования. Конъюгация с глутатионом и конъюгация с аминокислотами.
9. Физиолого-биохимические особенности микроорганизмов-деструкторов ксенобиотиков. Пути микробной деструкции нефтяных углеводов.
10. Особенности процессов разложения пестицидов микроорганизмами. Использование микробных консорциумов для деградации загрязнителей. Методы конструирования искусственных консорциумов. Создание промышленных штаммов микроорганизмов.

11. Перечень и характеристика основных стадий технологического процесса современного производства биопрепаратов.
12. Способы очистки почв от техногенного загрязнения: механические, физические, химические и биологические, сравнительная характеристика.
13. Технологии биоремедиации почв: биостимуляция и биоаугментация. Микробная очистка почв от углеводородного загрязнения. Факторы, влияющие на эффективность биоремедиации. Коммерческие биопрепараты.
14. Методы фиторемедиации загрязненных почв.
15. Биологическая очистка сточных вод. Классификация методов биологической очистки. Сравнительная оценка биологических методов очистки сточных вод с механическими, физико-химическими и химическими.
16. Общие принципы очистки сточных вод и организации очистных сооружений. Характеристика биоценозов очистных сооружений. Организация процесса аэробной биологической очистки. Условия работы аэробной биологической очистки. Аэротенки. Окситенки. Биофильтры.
17. Организация процесса анаэробной биологической очистки. Условия работы анаэробной биологической очистки. Переработка и утилизация активного ила очистных сооружений. Ферментные методы очистки сточных вод.
18. Биотехнологическая очистка сточных вод водорослями и водными растениями. Биологические пруды с микроводорослями. Биологические пруды с высшей водной растительностью.
19. Особенности загрязнения воздушной среды ксенобиотиками. Мониторинг загрязнений воздушной среды.
20. Защита воздушного бассейна от антропогенных воздействий. Основные типы биореакторов, их характеристика и перспективные направления усовершенствования.
21. Использование биофильтров, биогазоочистителей. Техническая реконструкция, перепрофилирование, ликвидация вредных производств.
22. Биоготехнология металлов.
23. Биологические средства защиты растений для замены химических пестицидов.
24. Биологические удобрения. Производство и применение.
25. Технологии получения биогаза.
26. Биоконверсия отходов с получением спирта.
27. Переработка растительного сырья и углеводсодержащих отходов в белок одноклеточных организмов.
28. Компостирование полевое, в биореакторах. Вермикомпостирование.

#### **6.4. Примерные темы контрольной работы**

##### *Вариант 1*

1. Источники, виды и масштабы выбросов загрязняющих веществ.
2. Влияние загрязняющих веществ на почвенную биоту.

##### *Вариант 2*

1. Опишите воздействие токсических веществ на организм.
2. Охарактеризуйте пестициды и законы их трансформации в биосфере.

##### *Вариант 3*

1. Закономерности химических превращений и взаимодействия с биологическими объектами тяжелых металлов, диоксинов и их производных и других токсикантов?
2. Защита воздушного бассейна от антропогенных воздействий. Основные типы биореакторов, их характеристика и перспективные направления усовершенствования.

#### *Вариант 4*

1. Способы оценки токсичности химических веществ.
2. Биоконверсия отходов с получением спирта.

### **6.5. Фонд оценочных средств**

Полный банк заданий для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## **7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **7.1. Основная учебная литература**

1. Егорова Т.А. Основы биотехнологии. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 208с.

### **7.2. Дополнительная учебная литература**

1. Иванова Е.П. Теоретические основы прогрессивных технологий (химия, биотехнология) [Электронный ресурс]: учеб.пособие / Е.П. Иванова, Т.Е. Дроздова. – Издательство Московского государственного открытого университета, 2009. – 156 с. – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/148865>(ЭБС «КнигаФонд»).
2. Сазонова, И.А. Экологическая биотехнология: учебное пособие / И.А. Сазонова. Саратов, 2012 г. – 106 с. – (ЭБС IPR-books <http://www.iprbookshop.ru/>)

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

1. Егорова Т.А. Основы биотехнологии.- М.: Издательский центр «Академия», 2006.- 208 с.
2. Иванова Е.П. Теоретические основы прогрессивных технологий (химия, биотехнология) [Электронный ресурс]: учеб.пособие / Е.П. Иванова, Т.Е. Дроздова. – Издательство Московского государственного открытого университета, 2009. – 156 с. – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/148865>(ЭБС «КнигаФонд»).
3. Сазонова, И.А. Экологическая биотехнология: учебное пособие / И.А. Сазонова. Саратов, 2012 г. – 106 с. – (ЭБС IPR-books <http://www.iprbookshop.ru/>)

## **9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com»
4. «Гарант» – справочно-правовая система

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

## **12. ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При использовании электронного обучения дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью и/или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределения нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1, распределение баллов п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины  
«Методы биотехнологической очистки сред»  
образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**19.03.01– Биотехнология**

Направленность:

**Биотехнология**

Трудоемкость дисциплины: 3 ЗЕ (108 академических часа)

Семестр: 6 (заочная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: зачет

**Содержание дисциплины**

Экологическая биотехнология как новая комплексная отрасль экологически безопасных производств. Локальные, региональные и глобальные загрязнения и их характеристика. Промышленные источники химического загрязнения биосферы. Транспортное загрязнение. Сельскохозяйственное загрязнение. Минеральные и органические удобрения. Пестициды. Загрязнение воздушного бассейна городов. Загрязнение природных вод коммунальными стоками. Твердые бытовые отходы. Классификации токсических соединений, поступающих в окружающую среду. Мутагенное, тератогенное и эмбриотоксическое действие ксенобиотиков. Химический канцерогенез. Общие закономерности распределения химических загрязняющих веществ в биосфере, пути их миграции и превращения. Пути поступления и абсорбция токсикантов. Биотрансформация токсикантов. Особенности процессов разложения пестицидов микроорганизмами. Использование микробных консорциумов для деградации загрязнителей. Методы биотехнологической очистки почв, сточных вод, воздушной среды.