

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра микробиологии и иммунологии**

Авторы-составители: **Максимов Александр Юрьевич**

Рабочая программа дисциплины  
**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ**  
Код УМК 68992

Утверждено  
Протокол №5  
от «13» мая 2022 г.

Пермь, 2022

## **1. Наименование дисциплины**

Экологическая биотехнология

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **06.04.01** Биология  
направленность Биотехнология и генетика

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Экологическая биотехнология** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**06.04.01** Биология (направленность : Биотехнология и генетика)

**ОПК.5** Способен участвовать в создании и реализации новых технологий в сфере профессиональной деятельности и контроле их экологической безопасности с использованием живых объектов

**Индикаторы**

**ОПК.5.2** Контролирует экологическую безопасность новых технологий с использованием живых объектов

**ПК.3** Способен создавать и презентовать проекты

**Индикаторы**

**ПК.3.1** участвует в проектировании в области биологических исследований

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направление подготовки</b>	06.04.01 Биология (направленность: Биотехнология и генетика)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	36
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (4 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Экологическая биотехнология. Фундаментальные основы**

Часть 1. Фундаментальные основы экологической биотехнологии.

Введение в экологическую биотехнологию.

Основные принципы регуляции метаболизма

Объекты и направления экологической биотехнологии.

Методы селекции и конструирования *In vivo* и *in vitro* штаммов микроорганизмов - биодеструкторов.

Основы метаболических путей биodeградации органических загрязнителей окружающей среды биогенного и техногенного происхождения.

### **ВВЕДЕНИЕ В КУРС ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ**

В вводной лекции даются определение и сфера применения дисциплины, основные понятия и термины.

Излагаются предпосылки и история развития предмета.

Даются объекты и основные направления развития экологической биотехнологии.

### **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РЕГУЛЯЦИИ МЕТАБОЛИЗМА**

Основы регуляции метаболизма у прокариот и эукариот. Организация клеток.

Регуляция метаболизма на уровне организации генома и управления его функционированием.

Нуклеиновый обмен.

Регуляция экспрессии генов на уровне укладки ДНК, транскрипции, структуры и сплайсинга (у эукариот) РНК, трансляции.

Посттрансляционный контроль и модификация белков.

Регуляция на уровне ключевых ферментов и транспортных белков.

Системы передачи сигналов. Метаболические сети.

### **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ БИОДЕСТРУКТОРОВ**

Метаболическое разнообразие природных и техногенных микробоценозов.

Принципы селекции. Мутагенез и рекомбинация.

Основные этапы в селекционной работе. Методы селекции. Прямые и непрямые способы отбора.

Основы мутагенеза *in vivo*. Физические, химические, биологические мутагенные факторы. Методы генетической инженерии *in vivo*.

Конъюгация. Генетическая трансформация. Трансдукция. Применение транспозонов. Работа с протопластами и сферопластами.

Методы генной инженерии. Ферменты для генной инженерии. Основные методы клонирования (рестриктазно-лигазный, коннекторный, ГА-клонирование...). Получение и клонирование кДНК.

Обратная транскрипция.

Векторы клонирования: структура и работа. Идентификация вставки с помощью гибридизации. Схемы блоттинга.

Олигонуклеотид-направленный мутагенез и рекомбинация. Методы мутагенеза.

Полимеразная цепная реакция и её приложения. ПЦР-клонирование, ПЦР-мутагенез,

ПЦР-рекомбинация.

Секвенирование ДНК. Метод Сэнгера. Капиллярное секвенирование. NGS-секвенирование.

Нанопоровое секвенирование.

Синтез ДНК. Синтез генов.

Геномное редактирование.

### **БИОДЕГРАДАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Виды биологической детоксикации ксенобиотиков.

Биодеградация алифатических и ароматических углеводов.  
Трансформация кислородсодержащих ароматических соединений.  
Биотрансформация азотсодержащих соединений. Биодеградация красителей.  
Деградация серусодержащих соединений. Проблема десульфуризации нефтепродуктов.  
Деградация фосфорсодержащих ксенобиотиков. Деградация галогенсодержащих соединений. Фосфор- и галогенсодержащие пестициды. Начальные стадии катаболизма хлорбензоатов.  
Нефтяное загрязнение почв. Восстановление почвенных экосистем, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Основные подходы к рекультивации нефтезагрязненных почв.  
Биодеградация полимеров. Биодеструкция лигнинов, целлюлоз, отходов целлюлозно-бумажной промышленности.

### **Экологическая биотехнология. Промышленное применение**

Переработка сточных вод и жидких промышленных отходов  
Переработка твердых отходов. Переработка массовых производственных отходов.  
Утилизация газовых выбросов  
Биотехнология в восстановлении природных объектов и экологически безопасные технологии  
Технологии биоиндикации, биотестирования, биосенсорики

### **ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ**

Типы биореакторов. Реакторы периодического и непрерывного действия.  
Иммобилизация клеток и ферментов: преимущества. Способы иммобилизации.  
Реакторы и технологические схемы с иммобилизованными клетками.  
Аэробная переработка отходов. Оборудование аэробных процессов биоочистки.  
Анаэробная переработка отходов. Брожение. Промышленные аппараты для анаэробной очистки.

### **ПЕРЕРАБОТКА СТОЧНЫХ ВОД И ЖИДКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ. УТИЛИЗАЦИЯ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ**

Механические, химические, физические и физико-химические методы очистки стоков. Биологические очистные сооружения. Аэротенки. Анаэротенки. Системы локальной очистки. Мембранные реакторы. Биофильтры. Очистка сточных вод от органических поллютантов. Очистка сточных вод от неорганических поллютантов. Очистка водоемов.  
Утилизация газовых выбросов промышленных предприятий и транспорта.

### **ПЕРЕРАБОТКА ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ. ПЕРЕРАБОТКА МАССОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ. БИОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВ.**

Переработка активного ила.  
Переработка ТБО и ТПО на свалках и в отвалах. Переработка пластика.  
Получение и использование биогаза.  
Нефтяное загрязнение почв. Восстановление почвенных экосистем, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Основные подходы к рекультивации нефтезагрязненных почв.  
Переработка биогенного сырья, отходов сельского хозяйства, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной и пищевой промышленности. Биотехнологические процессы в сельском хозяйстве.  
Биотехнология в восстановлении природных объектов и экологически безопасные технологии

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ЗЕЛЕННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ.**

## **БЕЛЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ.**

Экологически безопасные технологии. Зеленые биотехнологии. Белые биотехнологии. Биотехнологические процессы в сельском хозяйстве и пищевой промышленности, в процессах переработки биогенного сырья.

## **ТЕХНОЛОГИИ БИОИНДИКАЦИИ, БИОТЕСТИРОВАНИЯ, БИОСЕНСОРИКИ**

Биоиндикация и биотестирование. Природные и модельные микробные, растительные и животные объекты для биотестирования. Способы и интерпретация.

Биосенсоры. Принципы создания. Биосенсоры на основе живых клеток и объектов. Ферментные электроды. Типы регистрируемых сигналов. Электрохимические сигналы. Механический и акустический импеданс. Калориметрия. Спектрофотометрия, колориметрия, биофотоника.

## **Итоговая аттестация**

Итоговое аттестационное мероприятие с письменным и устным ответом на вопросы по билетам.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.



## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Прикладная экобиотехнология. В 2 томах. Т.2 : учебное пособие / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова, С. В. Лушников [и др.]. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 490 с. — ISBN 978-5-00101-851-3 (т.2), 978-5-00101-849-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/99856.html>
2. Луканин, А. В. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : учебное пособие / А.В. Луканин. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 304 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/18209. - ISBN 978-5-16-011479-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система Znanium : [сайт]. <https://znanium.com/catalog/product/1893661>
3. Луканин, А. В. Инженерная биотехнология: процессы и аппараты микробиологических производств : учебное пособие / А.В. Луканин. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 451 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/16718. - ISBN 978-5-16-011480-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система Znanium : [сайт]. <https://znanium.com/catalog/product/1910540>
4. Прикладная экобиотехнология. В 2 томах. Т.1 : учебное пособие / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова, С. В. Лушников [и др.]. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 670 с. — ISBN 978-5-00101-850-6 (т.1), 978-5-00101-849-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/99857.html>

### Дополнительная:

1. Агрэкология. Методология, технология, экономика:учебник для студентов вузов/ред.: В. А. Черников, А. И. Чекерес.-Москва:КолосС,2004, ISBN 5-9532-0078-1.-320.-Библиогр.: с. 305-315
2. Егорова Т. А.,Клунова С. М.,Живухина Е. А. Основы биотехнологии:учебное пособие для студентов педагогических вузов/Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина.-Москва:Академия,2006, ISBN 5-7695-2808-7.-208.-Библиогр.: с. 205-206
3. Жуйкова, Т. В. Экологическая токсикология : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Т. В. Жуйкова, В. С. Безель. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 362 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-06886-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/441459>
4. Экология микроорганизмов:учебник для студентов университетов, обучающихся по специальности 012400 "Микробиология" и других биологических специальностей/А. И. Нетрусов [и др.] ; ред. А. И. Нетрусов.-Москва:Академия,2004, ISBN 5-7695-1566-X.-272.

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Экологическая биотехнология** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: информационных технологий - презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);

- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- 1) Офисный пакет приложений «Microsoft Office»;
- 2) программа демонстрации видеоматериалов (проигрыватель);
- 3) приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов;
- 4) программы для просмотра и редактирования цифровых изображений;
- 5) программы для просмотра и редактирования DjVu-файлов.

Дисциплина не предусматривает использование специализированного программного обеспечения.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций необходима аудитория, оснащенная специализированной мебелью, меловой (и) или маркерной доской.

Для самостоятельной работы необходимы помещения Научной библиотеки ПГНИУ. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ, обеспечивают доступ к локальной и глобальной сетям.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Экологическая биотехнология**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.5**

**Способен участвовать в создании и реализации новых технологий в сфере профессиональной деятельности и контроле их экологической безопасности с использованием живых объектов**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.5.2</b> Контролирует экологическую безопасность новых технологий с использованием живых объектов</p>	<p>Имеет представление о теоретических основах экологической биотехнологии, селекции и конструировании биодеструкторов, основные направления экологически безопасных промышленных производств с применением биотехнологических процессов, принципы и процессы «зеленой энергетики», биотехнологической переработки отходов, биодеструкции, биоочистки, биоремедиации восстановления объектов окружающей среды. Понимает принципы организации процессов биологической очистки газообразных, жидких и твердых сред, биодеструкции поллютантов, принципы создания технологических линий и комплексов биотехнологических производств. Знает теоретические основы и направления применения молекулярно-биологических, биохимических и биологических систем экологического мониторинга, биоиндикации, биосенсорике.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не имеет представления о теоретических и прикладных основах экологической биотехнологии. Не понимает принципов организации процессов биологической очистки газообразных, жидких и твердых сред, биодеструкции поллютантов, принципов создания технологических линий и комплексов биотехнологических производств. Не знает теоретических основ и направлений применения молекулярно-биологических, биохимических и биологических систем экологического мониторинга, биоиндикации, биосенсорике.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет фрагментарные представления о теоретических и прикладных основах экологической биотехнологии. Понимает частично принципы организации процессов биологической очистки газообразных, жидких и твердых сред, биодеструкции поллютантов, принципы создания технологических линий и комплексов биотехнологических производств. Удовлетворительно знает теоретические основы и направления применения молекулярно-биологических, биохимических и биологических систем экологического мониторинга, биоиндикации, биосенсорике.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Имеет представления о теоретических и прикладных основах экологической</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>биотехнологии. Понимает принципы организации процессов биологической очистки газообразных, жидких и твердых сред, биодеструкции поллютантов, принципы создания технологических линий и комплексов биотехнологических производств. Хорошо знает теоретические основы и направления применения молекулярно-биологических, биохимических и биологических систем экологического мониторинга, биоиндикации, биосенсорики.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Имеет полные в рамках изучаемого курса представления о теоретических и прикладных основах экологической биотехнологии. Отлично понимает принципы организации процессов биологической очистки газообразных, жидких и твердых сред, биодеструкции поллютантов, принципы создания технологических линий и комплексов биотехнологических производств. Отлично знает теоретические основы и направления применения молекулярно-биологических, биохимических и биологических систем экологического мониторинга, биоиндикации, биосенсорики</p>
<p><b>ОПК.5.2</b> Контролирует экологическую безопасность новых технологий с использованием живых объектов</p>	<p>Знает технологические основы биотехнологических процессов, применяемых для очистки воздушных, водных и почвенных сред от техногенных загрязнителей. Имеет представление об основных экологических проблемах и сферах применения биотехнологии для их решения. Демонстрирует знание основ процессов переработки сточных вод и жидких промышленных отходов, переработки твердых</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает технологические основы биотехнологических процессов. Не имеет представления об основных экологических проблемах и сферах применения биотехнологии. Демонстрирует отсутствие знаний основ процессов переработки сточных вод и жидких промышленных отходов, переработки твердых отходов и массовых производственных отходов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает частично технологические основы биотехнологических процессов, применяемых для очистки воздушных,</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	отходов и массовых производственных отходов.	<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>водных и почвенных сред от техногенных загрязнителей. Имеет поверхностные представление об основных экологических проблемах и сферах применения биотехнологии для их решения. Демонстрирует фрагментарные знания основ процессов переработки сточных вод и жидких промышленных отходов, переработки твердых отходов и массовых производственных отходов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает технологические основы биотехнологических процессов, применяемых для очистки воздушных, водных и почвенных сред от техногенных загрязнителей. Имеет представление об основных экологических проблемах и сферах применения биотехнологии для их решения. Демонстрирует знание основ процессов переработки сточных вод и жидких промышленных отходов, переработки твердых отходов и массовых производственных отходов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Отлично знает технологические основы биотехнологических процессов, применяемых для очистки воздушных, водных и почвенных сред от техногенных загрязнителей. Имеет полное представление об основных экологических проблемах и сферах применения биотехнологии для их решения. Демонстрирует отличные знания основ процессов переработки сточных вод и жидких промышленных отходов, переработки твердых отходов и массовых производственных отходов.</p>

### ПК.3

#### Способен создавать и презентовать проекты

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<b>ПК.3.1</b> участвует в проектировании в области биологических исследований	Знает основы экологической биотехнологии и принципы проектирования в области биологических исследований, экологической биотехнологии.	<p><b>Неудовлетворител</b> Не знает основных принципов проектирования в области биологических исследований, экологической биотехнологии.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Фрагментарно знает основные принципы проектирования в области биологических исследований, экологической биотехнологии.</p> <p><b>Хорошо</b> Хорошо знает основные принципы проектирования в области биологических исследований, экологической биотехнологии.</p> <p><b>Отлично</b> Отлично знает основные принципы проектирования в области биологических исследований, экологической биотехнологии.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : магистры

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 46 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 46 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.5.2</b> Контролирует экологическую безопасность новых технологий с использованием живых объектов	<b>БИОДЕГРАДАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ</b> <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Представления об основных экологических проблемах и сферах применения биотехнологии для их решения. Знание основные принципы регуляции метаболизма и основные современные методы создания биодеструкторов. Представление о биохимических процессах биодеградация и биодетоксикации органических соединений.
<b>ОПК.5.2</b> Контролирует экологическую безопасность новых технологий с использованием живых объектов	<b>ПЕРЕРАБОТКА ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ. ПЕРЕРАБОТКА МАССОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ. БИОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВ.</b> <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Имеет представление об основных экологических проблемах и сферах применения биотехнологии для их решения. Знает технологические основы биотехнологических процессов, применяемых для очистки воздушных, водных и почвенных сред от техногенных загрязнителей.  Демонстрирует знание основ процессов переработки сточных вод и жидких промышленных отходов, переработки твердых отходов и массовых производственных отходов.



Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.3.1</b> участвует в проектировании в области биологических исследований</p> <p><b>ОПК.5.2</b> Контролирует экологическую безопасность новых технологий с использованием живых объектов</p>	<p>Итоговая аттестация</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знания теоретических и прикладных основ экологической биотехнологии. Умение их применения на практике</p> <p>Знание принципов организации процессов биологической очистки газообразных, жидких и твердых сред, биодеструкции поллютантов, принципы создания технологических линий и комплексов биотехнологических производств. Знание теоретических основы и направлений применения молекулярно-биологических, биохимических и биологических систем экологического мониторинга, биоиндикации, биосенсорики.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### **БИОДЕГРАДАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Знает методы селекции, методы конструирования биодеструкторов in vivo и in vitro	15
Знает основы регуляции метаболизма у прокариот и эукариот	10
Знает основные направления и объекты экологической биотехнологий	5

#### **ПЕРЕРАБОТКА ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ. ПЕРЕРАБОТКА МАССОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ. БИОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВ.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные метаболические пути биодеградация основных групп органических соединений	10
Знает основы очистки сточных вод и переработки жидких промышленных отходов, утилизации газовых выбросов	10
Знает основные процессы и аппараты в экологической биотехнологии	

	10

### **Итоговая аттестация**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **18**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает объекты и основные направления экологической биотехнологии. Знает основные принципы регуляции метаболизма	10
Знает принципы и умеет выбирать методы создания культур микроорганизмов - биодеструкторов, методы селекции и конструирования <i>in vivo</i> , методы генной инженерии ( <i>in vitro</i> ). Знает основные метаболические пути биодеструкции основных групп органических соединений.	10
Знает основы переработки твердых отходов, восстановления природных сред, биоремедиации почв. Знает основы экологически-безопасных технологий, "зеленых" и "белых" биотехнологий. Знает технологии биоиндикации и биотестирования, принципы создания биосенсоров.	10
Знает основные процессы и аппараты, применяемые в экологической биотехнологии. Умеет выбирать процессы для решения различных экологических задач. Знает основы переработки сточных вод и утилизации газовых выбросов.	10