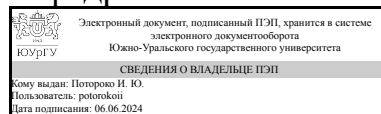


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



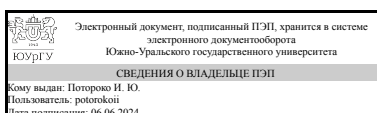
И. Ю. Потороко

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М0.12.02 Новые технологии биоремедиации отходов  
для направления 19.04.01 Биотехнология  
уровень Магистратура  
магистерская программа Искусственный интеллект в промышленных и  
экологических биотехнологиях  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Пищевые и биотехнологии**

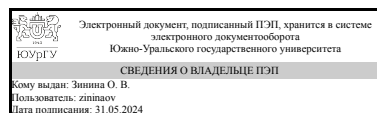
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.08.2021 № 737

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



И. Ю. Потороко

Разработчик программы,  
д.техн.н., доц., доцент



О. В. Зинина

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний принципов и методов ремедиации отходов с целью очистки объектов биосферы, навыков разработки экспериментальных систем для биоремедиации отходов с использованием автоматизированных комплексов контроля процесса для соблюдения действующего экологического законодательства Российской Федерации. Задачи дисциплины: - ознакомиться с действующими нормативно-правовыми актами, законами, положениями в области экологического законодательства РФ; - освоить методы ремедиации отходов промышленных предприятий; - получить навыки работы с автоматизированными системами контроля процессов ремедиации отходов; - научиться разрабатывать схемы проведения ремедиации отходов.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина направлена на получение знаний в области технологий переработки отходов биотехнологическими методами, основанными на метаболических возможностях бактериальных микроорганизмов, грибов, растений и / или их выделенных ферментов, для устранения загрязнений в объектах биосферы; автоматизированного контроля за процессами биоремедиации и загрязнения объектов окружающей среды; установления уровня загрязнений объектов биосферы в соответствии с установленными законодательством нормами.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                              | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 Контролировать соблюдение действующего экологического законодательства Российской Федерации, инструкций, стандартов и нормативов по охране окружающей среды | Знает: Типовые цели и принципы биоремедиации. Методы очистки объектов биосферы. Использование метаболического потенциала биологических объектов в разработке новых технологий биоремедиации отходов с учетом требований действующего законодательства Российской Федерации<br>Умеет: Проводить экспериментальную проверку работоспособности разработанных систем для биоремедиации отходов, контролировать в данном процессе соблюдение действующего экологического законодательства Российской Федерации<br>Имеет практический опыт: Навыками разработки экспериментальных систем для биоремедиации отходов, контролируя в данном процессе соблюдения действующего экологического законодательства Российской Федерации |
| ПК-3 Использовать автоматизированные системы контроля экологического состояния территорий                                                                        | Знает: Очистка объектов биосферы с применением биологических объектов. Контроль процессов биоремедиации с использованием автоматизированных систем<br>Умеет: Применять современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для разработки новых технологий биоремедиации отходов<br>Имеет практический опыт: Использования автоматизированных систем контроля и оригинальных программных средств для решения задач биоремедиации отходов |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                                                                                                                                                              | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Геоинформационные системы в природопользовании,<br>Семинар по применению методов искусственного интеллекта в промышленных и экологических биотехнологиях,<br>Промышленная биобезопасность и экология человека,<br>Промышленная микробиология в экологической биотехнологии | Не предусмотрены                            |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина                                               | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Промышленная микробиология в экологической биотехнологии | Знает: Способы управления микробиологическими процессами, условия культивирования микроорганизмов и влияние основных факторов окружающей среды на направленный биосинтез, а также виды взаимоотношений микроорганизмов. Микробиологические методы работы с микроорганизмами, Современное состояние научных достижений в области промышленной микробиологии; опыт применения микробных ассоциаций для решения экологических задач. Нормативно-законодательные требования в области биобезопасности промышленных биотехнологий, Действующее законодательство Российской Федерации в области биобезопасности промышленных производств. Регламентирования загрязнений окружающей среды и промышленной биобезопасности Умеет: Использовать микробиологические методы работы с культурами микроорганизмов для промышленной микробиологии. Проводить экспериментальную проверку активности микроорганизмов в промышленной биотехнологии, Анализировать и использовать знания в области биотехнологии для решения существующих и новых экологических задач. |

|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                       | <p>Идентифицировать микроорганизмы для управления биотехнологическими процессами, Применять основные принципы создания экологически чистых производств, рационального использования природных ресурсов для защиты окружающей среды и экологии человека Имеет практический опыт: Адаптировать и применять на практике новые подходы в области микробиологических методов работы с культурами микроорганизмов для создания сбалансированных природно-технических и промышленных комплексов, Разработки биотехнологических процессов основанных на использовании микроорганизмов с соблюдением норм био- и экобезопасности. Использовать современное биотехнологическое оборудование и научные приборы, Разрабатывать и внедрять энерго- и ресурсосберегающие технологии, безопасные промышленные и экологические биотехнологии</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>Геоинформационные системы в природопользовании</p> | <p>Знает: Роль и место геоинформационных систем в природоохранных мероприятиях. Модули для трехмерного анализа и проектирования, генерации планов, автоматического документирования проектов и выбора оптимальных вариантов применения геоинформационных систем для природопользования. Законодательные документы для использования геоинформационных систем в области охраны окружающей среды, Модули для трехмерного анализа и проектирования, генерации планов, автоматического документирования контроля экологического состояния территорий с применением геоинформационных систем. Обработка картографического моделирования и образного представления пространственно-координированных данных Умеет: Осуществлять контроль за природопользованием территорий с учетом требований действующего экологического законодательства Российской Федерации, инструкций, стандартов и нормативов по охране окружающей среды при использовании геоинформационных систем и технологий на их основе, Использовать автоматизированные системы контроля для сбора, ввода, хранения, обработки, математико-картографического моделирования и образного представления данных экологического состояния территорий Имеет практический опыт: Формирования анализа данных мониторинговых наблюдений с использованием геоинформационных систем; выполнения расчетов критериев оценки состояния природных объектов с использованием</p> |

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                              | <p>специализированных программных продуктов. Применения инструкций, стандартов и нормативов по охране окружающей среды. Владения навыками работы со специализированным программным обеспечением, Применять современные информационные и автоматизированные системы контроля для решения задач в контроле экологического состояния территорий</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>Промышленная биобезопасность и экология человека</p>                                                      | <p>Знает: Действующее законодательство Российской Федерации в области нормирования загрязнения окружающей среды и промышленной биобезопасности населения, Основные принципы обеспечения промышленной биобезопасности во взаимосвязи с экологией человека. Современные методы и подходы к обеспечению промышленной биобезопасности. Стратегии действий при решении задач в сфере промышленной биобезопасности Умеет: Применять основные принципы создания экологически чистых производств, рационального использования природных ресурсов и отходов производства для защиты окружающей среды, Проводить критический анализ промышленного производства на основе системного подхода, оценивать потенциальные риски, проводить анализ альтернативных вариантов решения задач. Разрабатывать и оптимизировать стратегию решения научно-технических задач Имеет практический опыт: Разрабатывать и внедрять энерго- и ресурсосберегающие, экологически безопасные промышленные и экологические биотехнологии, Критического анализа проблемных ситуаций, поиска решения поставленных научно-технических задач, оценки эффективности разрабатываемых решений в профессиональной сфере. Применения методов корректировки параметров технологического процесса производства</p> |
| <p>Семинар по применению методов искусственного интеллекта в промышленных и экологических биотехнологиях</p> | <p>Знает: Методы и средства управления проектами создания, внедрения и использования систем искусственного интеллекта со стороны заказчика с учетом рисков, возникающих во внутренней и внешней среде, Современные информационные технологии и специализированные программные продукты, используемые в промышленных и экологических биотехнологиях. Применимость методов искусственного интеллекта для биоинформационного анализа в промышленных и экологических биотехнологиях. Этические аспекты применения искусственного интеллекта в научных исследованиях и представлении результатов, Терминологический аппарат в области искусственного интеллекта и</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

его применимости в промышленных и экологических биотехнологиях. Этические аспекты применения искусственного интеллекта в научных исследованиях и представлении результатов, Функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения; принципы построения систем искусственного интеллекта, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта, методы интеллектуального планирования экспериментов, Биотехнологические процессы в природе, методы их моделирования. Возможности применения методов искусственного интеллекта для прогнозирования биотехнологических процессов в природе, Действующее экологическое законодательство Российской Федерации, инструкции, стандарты и нормативы в области охраны окружающей среды применительно к профессиональной деятельности. Контролирующие органы в соблюдении требований в промышленной биобезопасности процессов Умеет: Применять методы и средства управления проектами создания, внедрения и использования систем искусственного интеллекта со стороны заказчика с учетом рисков, возникающих во внутренней и внешней среде, Применять современные информационные технологии для обработки полученных данных. Представлять результаты биоинформационного анализа в открытой печати, готовить выступления на конференциях различного уровня, Применять современные коммуникативные технологии для представления результатов научной и практической деятельности на конференциях различного уровня, а также в открытой печати научных изданий, Применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки новых методов и моделей машинного обучения; руководить выполнением коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта, Моделировать природоподобные технологии и процессы для экологизации промышленных производств, Использовать нормативно-правовую базу, правила, стандарты при экологическом контроле биотехнологических процессов и решении задач профессиональной сферы в области охраны окружающей среды Имеет практический опыт: Применения методов и средств управления проектами

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | создания, внедрения и использования систем искусственного интеллекта со стороны заказчика с учетом рисков, возникающих во внутренней и внешней среде, Навыками обучения искусственного интеллекта согласно поставленной задаче, анализом, обобщением и интерпретацией полученных экспериментальных данных в промышленных и экологических биотехнологиях, Навыков научной речи на русском и иностранных языках для участия в научных международных конференциях с использованием современных информационных технологий, Руководства выполнением коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта, применения современных инструментальных средств и систем программирования для разработки новых методов и моделей машинного обучения, Навыками моделирования природоподобных биотехнологических процессов и их адаптации в промышленности, Применения действующего экологического законодательства Российской Федерации, нормативно-правовую базу, стандартов при решении задач в профессиональной области |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 4                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 108         | 108                                |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 48          | 48                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 12          | 12                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 12          | 12                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 24          | 24                                 |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 51,5        | 51,5                               |
| подготовка к экзамену                                                      | 11,5        | 11,5                               |
| самостоятельное изучение теоретического материала, научных публикаций      | 20          | 20                                 |
| подготовка к текущему контролю                                             | 20          | 20                                 |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 8,5         | 8,5                                |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | экзамен                            |

#### 5. Содержание дисциплины

| №<br>раздела | Наименование разделов дисциплины                                                     | Объем аудиторных занятий по<br>видам в часах |   |    |    |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---|----|----|
|              |                                                                                      | Всего                                        | Л | ПЗ | ЛР |
| 1            | Понятие и принципы биоремедиации                                                     | 6                                            | 2 | 0  | 4  |
| 2            | Экологическое законодательство Российской Федерации                                  | 6                                            | 2 | 4  | 0  |
| 3            | Технологии биоремедиации и очистки биосферы                                          | 20                                           | 4 | 4  | 12 |
| 4            | Контроль процессов биоремедиации биосферы с использованием автоматизированных систем | 16                                           | 4 | 4  | 8  |

## 5.1. Лекции

| №<br>лекции | №<br>раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Кол-<br>во<br>часов |
|-------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1           | 1            | Понятие и принципы биоремедиации. Цели и принципы биоремедиации. Типы биоремедиации. Загрязняющие вещества, которые могут быть биоремедированы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2                   |
| 2           | 2            | Экологическое законодательство Российской Федерации. Законодательство Российской Федерации в области экологического мониторинга. Единая система государственного экологического мониторинга. Производственный экологический контроль. Правовые основы экологического контроля: конституция РФ в области охраны окружающей среды и обеспечению прав граждан на благоприятное состояние среды обитания; Законы РФ: «Об охране окружающей среды», «Об отходах производства и потребления», «О лицензировании отдельных видов деятельности», «Об экологической экспертизе», «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», Земельный кодекс, Водный кодекс РФ; Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. | 2                   |
| 3           | 3            | Технологии биоремедиации и очистки биосферы. Метаболические возможности бактериальных микроорганизмов, грибов, растений и / или их выделенных ферментов, для устранения загрязнений в объектах биосферы. Биотрансформация токсичных и загрязняющих органических соединений микроорганизмами. Параметры процесса ремедиации. Программно-технические платформы для разработки новых технологий биоремедиации отходов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4                   |
| 4           | 4            | Контроль процессов биоремедиации биосферы с использованием автоматизированных систем. Автоматизированные системы контроля экологического состояния территорий: компоненты системы, принципы работы. Методы экологического мониторинга. Программы для учета и анализа информации, поступающей от автоматизированных систем экологического мониторинга                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4                   |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| №<br>занятия | №<br>раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                     | Кол-<br>во<br>часов |
|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1            | 2            | Изучение нормативно-правовых актов в области производственного экологического контроля                  | 4                   |
| 2            | 3            | Оптимизация параметров процесса ремедиации отходов                                                      | 4                   |
| 3            | 4            | Изучение принципов работы автоматизированных систем контроля экологического состояния объектов биосферы | 4                   |

### 5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы                                  | Кол-во часов |
|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Изучение принципов различных типов биоремедиации отходов                                 | 4            |
| 2         | 3         | Изучение процесса биотрансформации загрязняющих органических соединений микроорганизмами | 4            |
| 3         | 3         | Изучение процесса биотрансформации загрязняющих органических соединений ферментами       | 4            |
| 4         | 3         | Изучение методов ремедиации воды                                                         | 4            |
| 5         | 4         | Контроль объектов биосферы с помощью автоматизированных систем экомониторинга            | 4            |
| 6         | 4         | Контроль экологичности процесса ремедиации промышленных отходов                          | 4            |

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |              |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                                                            | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Семестр | Кол-во часов |
| подготовка к экзамену                                                 | 1. Экологический мониторинг : учебное пособие / Н. П. Чекаев, А. Н. Арефьев, Ю. В. Блинохватова, А. А. Блинохватов ; составители Н. П. Чекаев [и др.]. — Пенза : ПГАУ, 2020. — 201 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/170995">https://e.lanbook.com/book/170995</a> 2. Орёл, Н. М. Биохимическая экология и мониторинг окружающей среды : учебное пособие / Н. М. Орёл. — Минск : БГУ, 2019. — 148 с. — ISBN 978-985-566-707-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/180419">https://e.lanbook.com/book/180419</a> 3. Леган, М. В. Биоэкология : учебное пособие / М. В. Леган. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 88 с. — ISBN 978-5-7782-4045-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/152343">https://e.lanbook.com/book/152343</a> | 4       | 11,5         |
| самостоятельное изучение теоретического материала, научных публикаций | 1. Экологический мониторинг : учебное пособие / Н. П. Чекаев, А. Н. Арефьев, Ю. В. Блинохватова, А. А. Блинохватов ; составители Н. П. Чекаев [и др.]. — Пенза : ПГАУ, 2020. — 201 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/170995">https://e.lanbook.com/book/170995</a> 2. Орёл, Н. М. Биохимическая экология и мониторинг окружающей среды : учебное пособие / Н. М. Орёл. — Минск : БГУ, 2019. — 148 с. — ISBN 978-985-566-707-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4       | 20           |

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |    |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|
|                                | 1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/180419">https://e.lanbook.com/book/180419</a> 3. Леган, М. В. Биоэкология : учебное пособие / М. В. Леган. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 88 с. — ISBN 978-5-7782-4045-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/152343">https://e.lanbook.com/book/152343</a> 4. Журналы Экология производства ,науч.-практ. журн. ,ЗАО "Отраслевые ведомости" Экологический вестник Челябинской области                                                                                          |   |    |
| подготовка к текущему контролю | 1. Экологический мониторинг : учебное пособие / Н. П. Чекаев, А. Н. Арефьев, Ю. В. Блинохватова, А. А. Блинохватов ; составители Н. П. Чекаев [и др.]. — Пенза : ПГАУ, 2020. — 201 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/170995">https://e.lanbook.com/book/170995</a> 2. Орёл, Н. М. Биохимическая экология и мониторинг окружающей среды : учебное пособие / Н. М. Орёл. — Минск : БГУ, 2019. — 148 с. — ISBN 978-985-566-707-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/180419">https://e.lanbook.com/book/180419</a> | 4 | 20 |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия      | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|----------------------------------------|-----|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 4        | Текущий контроль | Выполнение и защита практических работ | 0,5 | 15         | При подготовке к практическим работам студент должен оформить работу, выполнить задание и ответить на вопросы, приведенные в заданиях для каждой практической работы. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). За выполнение и защиту каждой практической работы начисляется 5 баллов (3 практические работы). | экзамен          |

|   |   |                          |                                        |     |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |
|---|---|--------------------------|----------------------------------------|-----|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2 | 4 | Текущий контроль         | Выполнение и защита лабораторных работ | 0,5 | 30 | Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу): - приведены методики проведения работы – 1 балл - выводы логичны и обоснованы – 1 балл - оформление работы соответствует требованиям – 1 балл - правильный ответ на один вопрос – 1 балл. Максимальное количество баллов – 5. | экзамен |
| 3 | 4 | Текущий контроль         | Контрольная работа                     | 1   | 20 | При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). В контрольной работе предусмотрено 4 вопроса, по 5 баллов за каждый правильно отвеченный вопрос                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | экзамен |
| 4 | 4 | Текущий контроль         | тестирование                           | 1   | 15 | При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Тест состоит из 15 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 10 мин. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | экзамен |
| 5 | 4 | Промежуточная аттестация | экзамен                                | -   | 30 | На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Отлично: Величина рейтинга                                                                                                                                                                                                                                                                 | экзамен |

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|--|--|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | обучающегося по дисциплине 85...100 %<br>Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %<br>Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %<br>Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 % |  |
|--|--|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| экзамен                      | На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Допускается выставление оценки на основе текущего рейтинга (автоматом). | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                        | № КМ |    |    |    |    |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|----|----|----|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1    | 2  | 3  | 4  | 5  |
| ПК-1        | Знает: Типовые цели и принципы биоремедиации. Методы очистки объектов биосферы. Использование метаболического потенциала биологических объектов в разработке новых технологий биоремедиации отходов с учетом требований действующего законодательства Российской Федерации | ++   | ++ | ++ | ++ | ++ |
| ПК-1        | Умеет: Проводить экспериментальную проверку работоспособности разработанных систем для биоремедиации отходов, контролировать в данном процессе соблюдение действующего экологического законодательства Российской Федерации                                                | ++   | ++ |    |    | +  |
| ПК-1        | Имеет практический опыт: Навыками разработки экспериментальных систем для биоремедиации отходов, контролируя в данном процессе соблюдения действующего экологического законодательства Российской Федерации                                                                | ++   | ++ |    |    | +  |
| ПК-3        | Знает: Очистка объектов биосферы с применением биологических объектов. Контроль процессов биоремедиации с использованием автоматизированных систем                                                                                                                         |      | ++ |    |    | +  |
| ПК-3        | Умеет: Применять современные информационно- коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для разработки новых технологий биоремедиации отходов                                                                 |      | +  |    |    | +  |
| ПК-3        | Имеет практический опыт: Использования автоматизированных систем контроля и оригинальных программных средств для решения задач биоремедиации отходов                                                                                                                       |      | +  |    |    | +  |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Печатная учебно-методическая документация

### а) основная литература:

Не предусмотрена

### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Экология производства ,науч.-практ. журн. ,ЗАО "Отраслевые ведомости"
2. Экологический вестник Челябинской области

### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. методические рекомендации для самостоятельной работы

### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. методические рекомендации для самостоятельной работы

## Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Экологический мониторинг : учебное пособие / Н. П. Чекаев, А. Н. Арёфьев, Ю. В. Блиохватова, А. А. Блиохватов ; составители Н. П. Чекаев [и др.]. — Пенза : ПГАУ, 2020. — 201 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/170995">https://e.lanbook.com/book/170995</a>                                                              |
| 2 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Леган, М. В. Биозология : учебное пособие / М. В. Леган. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 88 с. — ISBN 978-5-7782-4045-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/152343">https://e.lanbook.com/book/152343</a>                                                                                                                        |
| 3 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Орёл, Н. М. Биохимическая экология и мониторинг окружающей среды : учебное пособие / Н. М. Орёл. — Минск : БГУ, 2019. — 148 с. — ISBN 978-985-566-707-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/180419">https://e.lanbook.com/book/180419</a>                                                                                      |
| 4 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Прикладная экобиотехнология : в 2 т : учебное пособие / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова, С. В. Лушников, М. Энгельхарт ; художники С. Инфантэ, Н. А. Новак. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 1164 с. — ISBN 978-5-00101-849-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/152034">https://e.lanbook.com/book/152034</a> |
| 5 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Биотехнология и микробиология анаэробной переработки органических коммунальных отходов : монография / составители А. Н. Ножевникова [и др.]. — Москва : Логос, 2020. — 320 с. — ISBN 978-5-98699-166-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —                                                                                                                              |

|   |                           |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                           |                                                   | URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/162974">https://e.lanbook.com/book/162974</a>                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 6 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Лузянин, С. Л. Биоиндикация и биотестирование состояния окружающей среды : учебное пособие / С. Л. Лузянин, О. А. Неверова. — Кемерово : КемГУ, 2020. — 135 с. — ISBN 978-5-8353-2659-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/162581">https://e.lanbook.com/book/162581</a> |
| 7 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Зубарева, О. Н. Обследование, мониторинг и экологическая оценка территорий : учебное пособие / О. Н. Зубарева. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2017. — 84 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/147493">https://e.lanbook.com/book/147493</a>         |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. ООО "ГарантУралСервис"-Гарант(31.12.2022)
2. -Стандартинформ(бессрочно)
3. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.   | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                          | 263 (2)  | Проектор + экран Acer, комплект компьютерного оборудования (системный блок LG, монитор LG, клавиатура Genius, мышь Logitech), ЭПС «Система ГАРАНТ», 50 рабочих мест обучающихся, доска аудиторная-1 шт.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Практические занятия и семинары | 263 (2)  | Проектор + экран Acer, комплект компьютерного оборудования (системный блок LG, монитор LG, клавиатура Genius, мышь Logitech), ЭПС «Система ГАРАНТ», 50 рабочих мест обучающихся, доска аудиторная-1 шт.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Экзамен                         | 263 (2)  | Проектор + экран Acer, комплект компьютерного оборудования (системный блок LG, монитор LG, клавиатура Genius, мышь Logitech), ЭПС «Система ГАРАНТ», 50 рабочих мест обучающихся, доска аудиторная-1 шт.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Лабораторные занятия            | 111 (3г) | Рефрактометр ИРФ-54, поляриметр СМ-3, центрифуга ЦР-8, фотоколориметр КФК-3 образцы товаров; стандарты разных видов (100 шт.); Общероссийский классификатор продукции (5 шт.); Люминоскоп «Филин», термостат ТС-1/80С, микроскоп «Микмед-1», аквадистиллятор АЭ-10 МО, шкаф вытяжной ШВ-2, баня водяная ТЖ-ТБ-01, весы электронные технические CAS-AD-5, компьютер (1 шт.), телевизор LG 42CS560, телевизор LG 42LN540V, комплект из 4х лабораторных столов с посудомоечной машиной-1шт, стул лабораторный белый к/з.-17 шт., доска аудиторная белая-1 шт. |