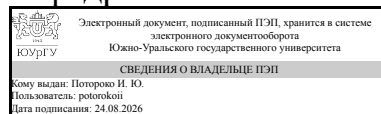


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



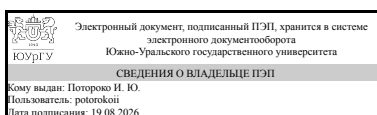
И. Ю. Потороко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.02 Биоремедиация для низкоуглеродных биотехнологий
для направления 19.04.01 Биотехнология
уровень Магистратура
магистерская программа Индустриальная и экологическая биотехнология
форма обучения очная
кафедра-разработчик Пищевые и биотехнологии

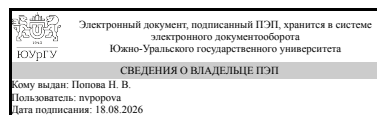
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.08.2021 № 737

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



И. Ю. Потороко

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



Н. В. Попова

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: формирование у студентов современных представлений и знаний о направленных экологически безопасных биотехнологических процессах, связанных с очисткой окружающей среды от техногенных загрязнений, деградацией различного характера загрязнений, биопереработкой отходов с получением биотоплива. Задачи дисциплины: - сформировать системное представление о новейших технологиях, биотехнологических процессах и системах, ориентированных на защиту окружающей среды и рациональное природопользование; - рассмотреть основы получения биопрепаратов на основе микроорганизмов для очистки природных сред; - дать представление о факторах, влияющих на процессы биodeградации и технологиях биodeградации; фиторемедиации и ризоремедиации; - дать анализ сырьевой базы производства биотоплива; - изучить приемы воздействия на сырье при производстве биотоплива различных видов; - сформировать умение выбора методов и технологий переработки сырья и оценки их эффективности и экологичности..

Краткое содержание дисциплины

В программу дисциплины входит анализ экологически безопасных биотехнологических процессов, связанных с очисткой окружающей среды от техногенных загрязнений, оценка способности к деградации различного рода загрязнений, - систематизация знаний о современных методах очистки промышленных и природных загрязненных водных сред, биоремедиации почв, очистке и дезодорации газовоздушных выбросов; характеристика основных групп сырьевых источников (сырьевые источники растительного, животного и микробного происхождения, отходы жизнедеятельности людей), видов биотоплив, приемов воздействия на биологическое сырьё при производстве биотоплив, их экономическая и технологическая эффективность; технологии производства жидких, твердых и газообразных видов биотоплив.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен разрабатывать производственные биотехнологии в перерабатывающих организациях	Знает: Современное состояние научных достижений в области низкоуглеродных биотехнологий. Умеет: Решать комплексные задачи, направленные на обеспечение рационального использования природных ресурсов и охрану объектов окружающей среды при разработке низкоуглеродных биотехнологий. Имеет практический опыт: В области внедрения новых подходов в сфере технологий биоремедиации и низкоуглеродных биотехнологий.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Сонохимия для промышленной и экологической биотехнологии, Биотехнология функциональных экоматериалов, Производственная практика (преддипломная) (4 семестр)

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

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 58,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		2
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	85,5	85,5
Подготовка к экзамену	40	40
Отчет по лабораторным работам	45,5	45,5
Консультации и промежуточная аттестация	26,5	26,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Понятие биоремедиации.	2	2	0	0
2	Биологическая очистка промышленных сточных вод и природных загрязненных водных сред, газовоздушных выбросов. Биологические методы утилизации твердых отходов.	6	2	0	4
3	Фиторемедиация. Ризоремедиация. Экобиотехнологии	2	2	0	0
4	Виды биотоплив. Их характеристика. Приёмы воздействия на биологическое сырьё при производстве биотоплива.	6	2	0	4
5	Низкоуглеродное биотопливо. Общие сведения. Основные группы сырьевых источников. Сырьевая база производства биотоплив.	6	2	0	4

6	Технологии производства твердых, жидких, газообразных биотоплив	2	2	0	0
7	Проблемы и перспективы биоремедиации окружающей среды. Экологические аспекты производства и использования биотоплив	8	4	0	4

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Понятия и агенты биоремедиации. Микробные популяции для процессов биоремедиации. Факторы, влияющие на процессы биodeградации. Технологии биodeградации, основанные на использовании рекомбинантных штаммов.	2
2	2	Биологическая очистка промышленных сточных вод и природных загрязненных водных сред, газовоздушных выбросов. Биологические методы утилизации твердых отходов. Принципы организации очистных сооружений. Характеристика биоценозов очистных сооружений. Методы биологической очистки. Принципы биологического мониторинга и биотестирования состояния окружающей среды. Индикаторная роль отдельных организмов	2
3	3	Фиторемедиация. Ризоремедиация. Экобиотехнологии. Использование ассоциативных с растением микроорганизмов для биоремедиации загрязнения. Детоксикационный потенциал растений. Потенциал использования ризосферы для биоремедиации. Биodeградация органических полюстантов в корневой зоне растений. Фитоаугментация. Методы для исследования выживаемости и активности инокулированных микроорганизмов.	2
4	4	Виды биотоплив. Твёрдые биотоплива. Жидкие биотоплива. Газообразные биотоплива. Приёмы воздействия на биологическое сырьё при производстве биотоплив: 1. Физическое воздействие. 2. Физико-механическое воздействие. 3. Химическое воздействие. 4. Биохимическое воздействие. 5. Термическое воздействие. 6. Комбинированное воздействие.	2
5	5	Низкоуглеродное биотопливо. Общие сведения. Основные группы сырьевых источников. Сырьевая база производства биотоплив: сырьевые источники растительного происхождения, сырьевые источники животного происхождения, сырьевые источники микробного происхождения, отходы жизнедеятельности людей.	2
6	6	Технологии производства твёрдых, жидких, газообразных биотоплив, их характеристика. Твёрдые биотоплива из сырья растительного, животного, микробного происхождения. Производство жидких биотоплив из сырья растительного происхождения (биоэтанол, биометанол, биобутанол, растительные масла, биодизель, бионефть, биобензин), животного, микробного происхождения. Производство жидких биотоплив из углекислого газа и воды (на основе использования генномодифицированных фотоавтотрофных бактерий). Производство газообразного биотоплива из сырья растительного происхождения (биогаз; биометан; газообразные топлива, получаемые путём термообработки растительного сырья; диметиловый эфир; биоводород), животного, микробного происхождения.	2
7	7	Проблемы и перспективы биоремедиации окружающей среды. Перспективные технологии получения экологически безопасных биопластиков, биodeградируемых пленок и оболочек. Негативные последствия накопления синтетических полимерных материалов. Биоразлагаемые полимеры. Масштабы производства и сферы применения. Экологические аспекты производства и использования биотоплива.	4

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Сравнительный анализ биологических методов утилизации твердых отходов. Выделение и изучение микроорганизмов, имеющих биотехнологическое значение	4
2	4	Методы воздействия на биологическое сырье. Анализ физических, химических и термических воздействий. Технологии и оценка эффективности.	4
3	5	Сравнительный анализ приёмов воздействия на биологическое сырьё при производстве биотоплива. Оценка качества сырья, используемого для производства биотоплива.	4
4	7	Перспективные технологии получения экологически безопасных биопластиков, биodeградируемых пленок и оболочек. Оценка биоразлагаемости биополимеров.	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	Экологическая оценка возобновляемых источников энергии : учебное пособие для вузов / Г. В. Пачурин, Е. Н. Соснина, О. В. Маслеева, Е. В. Крюков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 236 с. Юдаев, И. В. Возобновляемые источники энергии : учебник для вузов / И. В. Юдаев, Ю. В. Даус, В. В. Гамага. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 328 с. Виноградова, А. В. Биотехнология топлива : учебное пособие / А. В. Виноградова, Г. А. Козлова, Л. В. Аникина. — Пермь : ПНИПУ, 2008. — 212 с. Экологическая оценка возобновляемых источников энергии : учебное пособие для вузов / Г. В. Пачурин, Е. Н. Соснина, О. В. Маслеева, Е. В. Крюков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 236 с. Коротченко, И. С. Биоремедиация : учебное пособие / И. С. Коротченко. — Красноярск : КрасГАУ, 2020. — 246 с. Пучкова, Т. А. Биотехнология очистки промышленных отходов : учебное пособие / Т. А. Пучкова. — Минск : БГУ, 2018. — 175 с.	2	40

Отчет по лабораторным работам	Материал лабораторных работ. Экологическая оценка возобновляемых источников энергии : учебное пособие для вузов / Г. В. Пачурин, Е. Н. Соснина, О. В. Маслеева, Е. В. Крюков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 236 с. Юдаев, И. В. Возобновляемые источники энергии : учебник для вузов / И. В. Юдаев, Ю. В. Даус, В. В. Гамага. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 328 с. Виноградова, А. В. Биотехнология топлива : учебное пособие / А. В. Виноградова, Г. А. Козлова, Л. В. Аникина. — Пермь : ПНИПУ, 2008. — 212 с. Экологическая оценка возобновляемых источников энергии : учебное пособие для вузов / Г. В. Пачурин, Е. Н. Соснина, О. В. Маслеева, Е. В. Крюков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 236 с. Коротченко, И. С. Биоремедиация : учебное пособие / И. С. Коротченко. — Красноярск : КрасГАУ, 2020. — 246 с. Пучкова, Т. А. Биотехнология очистки промышленных отходов : учебное пособие / Т. А. Пучкова. — Минск : БГУ, 2018. — 175 с.	2	45,5
-------------------------------	---	---	------

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	2	Текущий контроль	Лабораторная работа	1	20	20 баллов: выставляется, если студент имеет глубокие знания учебного материала по темам лабораторных работ, показывает усвоение взаимосвязи основных понятий, используемых в работах, смог ответить на все уточняющие и дополнительные вопросы. Студент демонстрирует знания теоретического и практического материала по темам лабораторных работ, определяет взаимосвязи между показателями и заданиями лабораторных работ, даёт правильный алгоритм решения, определяет междисциплинарные связи по условиям заданий.	экзамен

					15 - 19 баллов: выставляется, если студент показал знание учебного материала, усвоил основную литературу, смог ответить почти полно на все заданные дополнительные и уточняющие вопросы. Студент демонстрирует знания теоретического и практического материала по темам лабораторных работ, допуская незначительные неточности при выполнении заданий, имея неполное понимание междисциплинарных связей при правильном выборе алгоритма решения задания. 10 - 15 баллов: выставляется, если студент в целом освоил материал лабораторных работ, ответил не на все уточняющие и дополнительные вопросы. Студент затрудняется с правильной оценкой предложенного задания, даёт неполный ответ, требующий наводящих вопросов преподавателя, выбор алгоритма выполнения задания возможен при наводящих вопросах преподавателя. 1 – 9 баллов: выставляется, если студент не до конца освоил материал лабораторных работ, ответил не на все уточняющие и дополнительные вопросы. Студент затрудняется с правильной оценкой предложенного задания, даёт неполный ответ, требующий наводящих вопросов преподавателя, выбор алгоритма выполнения задания невозможен даже при наводящих вопросах преподавателя. 0 баллов: выставляется, если студент имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала лабораторных работ, не раскрыл содержание вопросов, не смог ответить на уточняющие и дополнительные вопросы.	
2	2	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	40 20 баллов: выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента. 15 – 19 баллов: выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные	экзамен

					положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. 10 – 14 баллов: выставляется студенту, если дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 2-3 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. 5 – 9 баллов: выставляется студенту, если дан неполный ответ, но некоторая последовательность изложения присутствует, в целом студентом разбирается в объекте, показано умение выделить существенные признаки и причинно-следственные связи, Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно, но на дополнительные вопросы преподавателя студент пытается сформулировать обоснованный ответ. 1 – 4 баллов: выставляется студенту, если дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. По многим моментам присутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения, но дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины. 0 баллов – отсутствие ответа на вопрос.	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзамен проводится в устной форме по билетам,	В соответствии с

	включающим 2 теоретических вопроса. На подготовку студенту выделяется 30 минут, после этого студент отвечает на все вопросы билета. После ответов студента экзаменатор задает дополнительные вопросы в рамках вопросов билета.	пп. 2.5, 2.6 Положения
--	--	------------------------

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ	
		1	2
ПК-3	Знает: Современное состояние научных достижений в области низкоуглеродных биотехнологий.		+
ПК-3	Умеет: Решать комплексные задачи, направленные на обеспечение рационального использования природных ресурсов и охрану объектов окружающей среды при разработке низкоуглеродных биотехнологий.		+
ПК-3	Имеет практический опыт: В области внедрения новых подходов в сфере технологий биоремедиации и низкоуглеродных биотехнологий.	+	+

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:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методическое пособие для самостоятельной работы студента

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методическое пособие для самостоятельной работы студента

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Экологическая оценка возобновляемых источников энергии : учебное пособие для вузов / Г. В. Пачурин, Е. Н. Соснина, О. В. Маслеева, Е. В. Крюков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 236 с. https://e.lanbook.com/book/478202
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Юдаев, И. В. Возобновляемые источники энергии : учебник для вузов / И. В. Юдаев, Ю. В. Даус, В. В. Гамага. — 5-е

			изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 328 с. https://e.lanbook.com/book/512967
3	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Виноградова, А. В. Биотехнология топлива : учебное пособие / А. В. Виноградова, Г. А. Козлова, Л. В. Аникина. — Пермь : ПНИПУ, 2008. — 212 с. https://e.lanbook.com/book/160933
4	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Экологическая оценка возобновляемых источников энергии : учебное пособие для вузов / Г. В. Пачурин, Е. Н. Соснина, О. В. Маслеева, Е. В. Крюков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 236 с. https://e.lanbook.com/book/478202
5	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Коротченко, И. С. Биоремедиация : учебное пособие / И. С. Коротченко. — Красноярск : КрасГАУ, 2020. — 246 с. https://e.lanbook.com/book/187119
6	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Пучкова, Т. А. Биотехнология очистки промышленных отходов : учебное пособие / Т. А. Пучкова. — Минск : БГУ, 2018. — 175 с. https://e.lanbook.com/book/180422

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. -Modelio(бессрочно)
4. Python Software Foundation-Python (бессрочно)
5. -Paint.NET(бессрочно)
6. -Python(бессрочно)
7. ABBYY-FineReader 8(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. ООО "ГарантУралСервис"-Гарант(31.12.2022)
2. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Зачет	263 (2)	Мультимедийная учебная аудитория Материально-техническое обеспечение: 1. Проектор – 1 шт. 2. Экран – 1 шт. 3. Ноутбук – 1 шт. Имущество: 1. Учебная парта двухместная – 20 шт. 2. Учебная парта четырехместная – 10 шт. 3. Доска с рабочими поверхностями – 1 шт. 4. Стол преподавателя – 1 шт.
Лекции	263 (2)	Мультимедийная учебная аудитория Материально-техническое обеспечение: 1. Проектор – 1 шт. 2. Экран – 1 шт. 3. Ноутбук – 1 шт. Имущество: 1. Учебная парта двухместная – 20 шт. 2. Учебная парта четырехместная – 10 шт. 3. Доска с рабочими поверхностями – 1 шт. 4. Стол преподавателя – 1 шт.
Лабораторные занятия	241 (2)	Учебная лаборатория биотехнологии и аналитических исследований Материально-техническое обеспечение: 1. Аквадистиллятор – 1 шт. 2. Анализатор молока – 2 шт. 3. Аппарат сушильный – 1 шт. 4. Аппарат ультразвуковой погружной – 1 шт. 5. Анализатор влажности – 1 шт. 6. Весы 1 класса точности – 1 шт. 7. Весы электронные лабораторные – 1 шт. 8. Весы до 15 кг – 1 шт. 9. Водяная баня – 1 шт. 10. Диафоноскоп – 1 шт. 11. Измеритель

	деформации клейковины – 1 шт. 12. Двухкамерный микропроцессорный иономер – 1 шт. 13. Люминоскоп – 1шт. 14. Микроскоп бинокулярный – 2 шт. 15. Микроскоп монокулярный – 4 шт. 16. Плита электрическая – 1 шт. 17. Поляриметр – 2 шт. 18. Принтер лазерный – 1 шт. 19. Рефрактометр – 1 шт. 20. рН-метр – 1 шт. 21. Сканер – 1 шт. 22. Стерилизатор – 1 шт. 23. Телефон стационарный – 1 шт. 24. Термостат воздушный – 1 шт. 25. Фотоколориметр – 1 шт. 26. Холодильник – 1 шт. 27. Центрифуга – 1 шт. 28. Шкаф вытяжной – 1 шт. 29. Шкаф сухожаровой – 1 шт. 30. Шкаф сушильный зерновой – 1 шт. 31. Штативы для титрования – 6 шт. 32. Монитор – 3 шт. 33. Клавиатура – 3 шт. 34. Мышь компьютерная – 3 шт. 35. Системный блок – 3 шт. 36. Копировальный аппарат – 1 шт. Имущество: 1. Доска маркерная – 1 шт. 2. Кондиционер – 1 шт. 3. Приспособление для сушки посуды – 2 шт. 4. Столы лабораторные – 11 шт. 5. Стол для оборудования – 4 шт. 6. Стол преподавателя – 4 шт. 7. Стул преподавателя – 4 шт. 8. Стол-мойка – 2 шт. 9. Стол для технических нужд – 1 шт. 10. Стойка для сушки посуды – 1 шт. 11. Стойка – 1 шт. 12. Стойка для одежды – 2 шт. 13. Сейф – 2 шт. 14. Табурет высокий – 8 шт. 15. Тумба приставная – 2 шт. 16. Тумба с зеркалом – 1 шт. 17. Часы – 1 шт. 18. Шкаф с наглядными материалами – 2 шт. 19. Шкаф с лабораторной посудой – 3 шт. 20. Шкаф для документов – 2 шт. 21. Шкаф для одежды – 1 шт. 22. Шкаф-картотека – 2 шт.
--	--