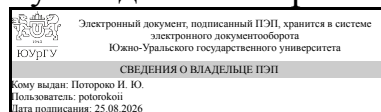


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



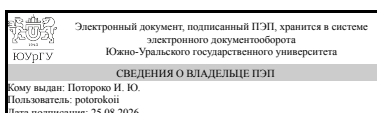
И. Ю. Потороко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.04 Биотехнология утилизации и переработки отходов
для направления 19.03.01 Биотехнология
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Пищевые и биотехнологии

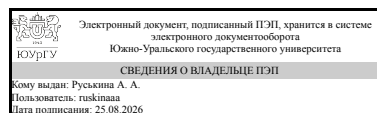
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.08.2021 № 736

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



И. Ю. Потороко

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



А. А. Руськина

1. Цели и задачи дисциплины

Формирование у обучающихся системы знаний о фундаментальных основах и прикладных аспектах применения биотехнологических методов для минимизации антропогенной нагрузки на окружающую среду, а также приобретение практических навыков управления биоконверсией органических отходов в целевые продукты (энергию, удобрения, кормовые добавки). Задачи дисциплины: Изучить морфологический состав, физико-химические свойства и классы опасности различных видов отходов. Освоить микробиологию процессов деструкции органического вещества (анаэробное сбраживание, аэробная стабилизация, компостирование). Сформировать понимание механизмов биогеохимических циклов при переработке отходов. Изучить аппаратурно-технологическое оформление биопроцессов (биореакторы метантенков, ферментаторов, биофильтров). Овладеть методами контроля и интенсификации биологических процессов переработки. Научиться рассчитывать материальные балансы и технико-экономическую эффективность биотехнологических производств.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина посвящена изучению теоретических основ и инженерных решений в области обращения с отходами производства и потребления с использованием живых организмов (преимущественно микроорганизмов). В курсе рассматриваются процессы анаэробной ферментации для получения биогаза, аэробного компостирования, вермикомпостирования, микробной биоремедиации загрязненных почв и вод, а также технологии микробного синтеза (получение биопластиков, биоэтанола, белковых добавок из сточных вод). Особое внимание уделяется российским нормативным документам в сфере обращения с отходами и практическим кейсам отечественных перерабатывающих предприятий.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен выполнять технологические операции производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими инструкциями	Знает: виды и свойства отходов пищевых производств; современные биотехнологические методы их переработки и утилизации; технологические схемы получения ценных продуктов из вторичного сырья; требования технологических инструкций, экологической и производственной безопасности при переработке отходов Умеет: выбирать и применять биотехнологические методы переработки вторичного сырья и отходов пищевых производств; выполнять основные технологические операции в соответствии с технологическими инструкциями; контролировать соблюдение технологических режимов и требований безопасности. Имеет практический опыт: навыками

	выполнения технологических операций по биоконверсии и переработке отходов пищевых производств; приемами подготовки сырья, ведения биотехнологических процессов и обращения со вторичными ресурсами; методами оценки эффективности технологических процессов переработки
--	---

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.33 Промышленная прикладная микробиология, 1.О.32 Биоэкономика продовольственной безопасности, 1.О.26 Основные принципы переработки сырья, Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.О.33 Промышленная прикладная микробиология	Знает: основные принципы селекции микроорганизмов, регуляторные системы клетки, механизмы переноса веществ через мембрану; основные методы мутагенеза, трансформации, трансдукции, гибридизации микроорганизмов, экспрессии чужеродных генов. Основы конструирования производственных штаммов микроорганизмов; современные достижения и перспективные направления развития микробиологической промышленности Умеет: идентифицировать штаммы микроорганизмов с изучением комплекса их свойств: культуральных, морфологических, тинкториальных, физиолого-биохимических; использовать полученные знания для создания новых промышленных заквасок и решения практических задач в области промышленной микробиологии Имеет практический опыт: подготовки питательных сред и технологического оборудования при получении промышленных заквасок; культивирования микробных клеток; использования полученных знаний для создания новых микробных технологий и решения практических задач в области промышленной микробиологии
1.О.32 Биоэкономика продовольственной безопасности	Знает: Основные принципы биоэкономики, нормативно-правовые основы продовольственной безопасности, роль биотехнологий в устойчивом развитии

	агропродовольственных систем, современные подходы к рациональному использованию биоресурсов. Умеет: Анализировать влияние биотехнологических решений на продовольственную безопасность, оценивать эффективность использования биологических ресурсов, применять принципы биоэкономики при решении профессиональных задач. Имеет практический опыт: Навыками анализа биотехнологических процессов с позиций биоэкономики и продовольственной безопасности, методами оценки устойчивости биотехнологических производств и рационального использования биоресурсов.
1.О.26 Основные принципы переработки сырья	Знает: теоретические основы переработки биотехнологической продукции для пищевой промышленности Умеет: разрабатывать технологии переработки биотехнологической продукции для пищевой промышленности Имеет практический опыт: разработки технологии переработки биотехнологической продукции для пищевой промышленности
Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)	Знает: Современные информационные технологии, прикладные программы и базы данных в профессиональной деятельности, особенности этических и моральных проблем, которые возникают во взаимоотношениях между науками о жизни, информацию по биологическим объектам и технологические операции производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности Умеет: использовать компьютерные технологии, прикладные программы и базы данных в профессиональной деятельности, выявлять моральные проблемы, которые появляются в процессе развития бионаук и получают новое звучание в современной социальной и культурной ситуации, использовать бионформатические методы анализа и технологические операции производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности Имеет практический опыт: Владение современными информационными технологиями, обозначение проблем, связанных с вопросами моральных, нравственных и правовых аспектов биоисследований, поиска информации по биологическим объектам и анализа информации с использование основных биоинформационных средств

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч.
контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		7
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	32	32
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75
Подготовка к текущему контролю (лабораторные занятия)	22,25	22.25
Подготовка промежуточной аттестации	31,5	31.5
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в дисциплину.	8	4	0	4
2	Биотехнология утилизации отходов.	18	6	0	12
3	Биотехнология переработки отходов.	22	6	0	16

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Современное состояние проблемы отходов в РФ и мире. Иерархия обращения с отходами. Роль биотехнологии в концепции экономики замкнутого цикла.	2
2	1	Морфология и классификация отходов. Твердые коммунальные отходы (ТКО), осадки сточных вод (ОСВ), сельскохозяйственные и промышленные органические отходы. Их химический состав как субстрата для биодеструкции.	2
3	2	Основы экологической микробиологии. Структура микробиоценозов активного ила и метантенков. Экстремофилы и их роль в деградации ксенобиотиков. Биопленочные сообщества.	2
4	2	Анаэробная биоконверсия. Стадии процесса: гидролиз, ацидогенез, ацетогенез, метаногенез. Факторы, влияющие на выход биогаза (рН, температура, соотношение C/N, ингибирующие вещества).	2
5	2	Аэробные методы стабилизации. Компостирование: мезофильная, термофильная фазы и фаза созревания. Вермикомпостирование. Аэробные биореакторы закрытого типа. Управление аэрацией и влажностью.	2
6	3	Переработка специфических отходов. Утилизация полимеров (разработка ферментативных систем для ПЭТ-depolymerization), электронных отходов и	2

		иловых карт коммунальных очистных сооружений.	
7	3	Выращивание микробной биомассы на отходах. Получение белка одноклеточных (SCP) на спиртах, метане и парафинах. Производство экзополисахаридов и полигидроксиалканоатов (ПГА/биопластиков) из молочной сыворотки и послеспиртовой барды.	2
8	3	Экологическая безопасность и экономика. Санитарно-микробиологический контроль продуктов переработки. Оценка жизненного цикла (LCA) технологий. Расчет предотвращенного экологического ущерба.	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Отбор проб и определение базовых физико-химических показателей отходов (влажность, зольность, элементный состав углерода и азота).	4
2	2	Микроскопия активного ила и зрелого компоста. Приготовление препаратов, оценка индекса флокуляции и видового разнообразия простейших.	4
3	2	Проведение лабораторного анаэробного сбраживания в колбах Винклера. Мониторинг динамики газовыделения и состава биогаза методом газовой хроматографии.	4
4	2	Моделирование процесса компостирования в лабораторном биореакторе. Контроль температурного профиля по зонам бурта и расчет скорости минерализации.	4
5	3	Определение биохимической потребности в кислороде (БПК ₅ и полное БПК) и химической потребности в кислороде (ХПК) модельных сточных вод.	4
6	3	Оценка фитотоксичности продуктов переработки (компоста, вермикомпоста, жидкой фракции брожения) методом проростков (на примере семян редиса или овса).	4
7	3	Проектирование материального баланса модульной биогазовой станции мощностью до 1 МВт на основе заданного объема поступления сельскохозяйственных отходов.	4
8	3	Выращивание микробной биомассы на отходах. Получение белка одноклеточных (SCP) на спиртах, метане и парафинах. Производство экзополисахаридов и полигидроксиалканоатов (ПГА/биопластиков) из молочной сыворотки и послеспиртовой барды.	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 текущему контролю (лабораторные занятия)	1. Евстигнеева, Т. Н. Биотехнологические основы переработки продовольственного сырья : учебно-методическое пособие / Т. Н. Евстигнеева, Е. П. Сучкова. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2017. — 57 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-	7	22,25

	библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/110436 (дата обращения: 25.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. 2. Биотехнология переработки сырья : учебно-методическое пособие / составители Т. Д. Ямпольская, М. В. Мантрова. — Сургут : СурГУ, 2025. — 40 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/494822 (дата обращения: 25.08.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей. 3. Оборудование для утилизации отходов пищевых производств : учебник для вузов / С. Т. Антипов, А. И. Ключников, В. А. Панфилов [и др.] ; под редакцией В. А. Панфилов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 396 с. — ISBN 978-5-507-53192-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/478175 (дата обращения: 25.08.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.		
Подготовка промежуточной аттестации	1. Евстигнеева, Т. Н. Биотехнологические основы переработки продовольственного сырья : учебно-методическое пособие / Т. Н. Евстигнеева, Е. П. Сучкова. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2017. — 57 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/110436 (дата обращения: 25.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. 2. Биотехнология переработки сырья : учебно-методическое пособие / составители Т. Д. Ямпольская, М. В. Мантрова. — Сургут : СурГУ, 2025. — 40 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/494822 (дата обращения: 25.08.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей. 3. Оборудование для утилизации отходов пищевых производств : учебник для вузов / С. Т. Антипов, А. И. Ключников, В. А. Панфилов [и др.] ; под редакцией В. А. Панфилов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 396 с. — ISBN 978-5-507-53192-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/478175 (дата обращения: 25.08.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	7	31,5

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	7	Текущий контроль	Семинарское занятие	1	20	Оценивание контрольного мероприятия происходит 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). 20-15 баллов: знает и хорошо владеет при докладе терминологическим аппаратом в профессиональной области. 14-10 баллов: владеет при докладе терминологическим аппаратом в профессиональной области 9-5 баллов: частично владеет при докладе терминологическим аппаратом в профессиональной области 4-1 балл: в недостаточной степени владеет при докладе терминологическим аппаратом в профессиональной области 0 баллов: выставляется студенту, отказавшемуся отвечать на вопросы семинара и не участвующему в индивидуальных докладах и их обсуждении.	зачет
2	7	Промежуточная аттестация	зачет	-	60	Зачтено: В ответах имеются ошибки, но в целом студент имеет правильное представление о вопросах билета. ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал. Соблюдаются нормы литературной речи. Правильно сделаны выводы. Есть ответы на дополнительные вопросы. Величина рейтинга 100 – 60 баллов. Не зачтено: Знания фрагментарные, присутствуют грубые ошибки. материал	зачет

					излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи. Величина рейтинга менее 60 баллов.	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачет проводится в виде устного ответа на вопросы по билетам, либо в виде тестирования.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ	
		1	2
ПК-1	Знает: виды и свойства отходов пищевых производств; современные биотехнологические методы их переработки и утилизации; технологические схемы получения ценных продуктов из вторичного сырья; требования технологических инструкций, экологической и производственной безопасности при переработке отходов	+	+
ПК-1	Умеет: выбирать и применять биотехнологические методы переработки вторичного сырья и отходов пищевых производств; выполнять основные технологические операции в соответствии с технологическими инструкциями; контролировать соблюдение технологических режимов и требований безопасности.	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: навыками выполнения технологических операций по биоконверсии и переработке отходов пищевых производств; приемами подготовки сырья, ведения биотехнологических процессов и обращения со вторичными ресурсами; методами оценки эффективности технологических процессов переработки	+	

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

- Иванова, Л. А. Пищевая биотехнология [Текст] Кн. 2 Переработка растительного сырья учебное пособие для вузов по специальности 240902 "Пищевая биотехнология" Л. А. Иванова, Л. И. Войно, И. С. Иванова. - М.: КолосС, 2008. - 471, [1] с.

б) дополнительная литература:

- Иванова, Л. А. Пищевая биотехнология Текст Кн. 2 Переработка растительного сырья учебное пособие для вузов по специальности 240902

"Пищевая биотехнология" Л. А. Иванова, Л. И. Войно, И. С. Иванова. - М.: КолосС, 2008. - 471, [1] с.

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

1. Журнал «Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья».
2. Журнал «Хлебопродукты».
3. Журнал «Пищевая промышленность».

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Биотехнология переработки сырья : учебно-методическое пособие / составители Т. Д. Ямпольская, М. В. Мантрова. — Сургут : СурГУ, 2025. — 40 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/494822> (дата обращения: 25.08.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Мишанин, Ю. Ф. Биотехнология рациональной переработки животного сырья : Учебное пособие для вузов / Ю. Ф. Мишанин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 720 с. — ISBN 978-5-8114-8337-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175152 (дата обращения: 25.08.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Биотехнология переработки сырья : учебно-методическое пособие / составители Т. Д. Ямпольская, М. В. Мантрова. — Сургут : СурГУ, 2025. — 40 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/494822 (дата обращения: 25.08.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Белоокова, О. В. Биотехнология переработки сельскохозяйственной продукции : учебное пособие / О. В. Белоокова, А. А. Белооков. — Челябинск : ЮУрГАУ, 2024. — 134 с. — ISBN 978-5-88156-972-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/506889 (дата обращения: 25.08.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Оборудование для утилизации отходов пищевых производств : учебник для вузов / С. Т. Антипов, А. И. Ключников, В. А. Панфилов [и др.] ; под редакцией В. А. Панфилов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 396 с. — ISBN 978-5-507-53192-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/478175 (дата обращения: 25.08.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)
2. ООО Ланвер-Техэксперт(21.02.2027)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	241 (2)	Аквадистиллятор ДЭ-10М , поляриметр круговой СМ-2, термостат электрический ТС-1/80л СПУ, печь муфельная, баня водяная ТЖ-ТБ-01, аппарат сушильный, холодильник, центрифуга лабораторная медицинская, электрическая плита «Мечта», шкаф вытяжной, рефрактометр ИРФ-464, микроскоп Микмед-1 (2 шт).
Лекции	263 (2)	Проектор + экран Асег, комплект компьютерного оборудования (системный блок LG, монитор LG, клавиатура Genius, мышь Logitech), 50 рабочих мест обучающихся, доска аудиторная-1 шт.