

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЛП

УТВЕРЖДАЮ /М.Н. Волдаев/
(Ф.И.О. декана (директора института))

24.12.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

М.1.2.7 Биорефайнинг сырья растительного и животного происхождения

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

35.04.01 Лесное дело

Квалификация выпускника

Магистр

(бакалавр/магистр/специалист)

Программа магистратуры

Биотехнологии воспроизводства, использования и защиты
лесных ресурсов

Курс 2
Семестр 3

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	-	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	18	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	18	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	90	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	3	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 35.04.01 Лесное дело

Программу составили:

доцент	ЛКСиБТ	СОГЛАСОВАНО	О.М. Конюхова
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра лесных культур, селекции и биотехнологии

(наименование кафедры)		
22.12.2025	протокол №	7
(дата)		
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Самосудов Андрей Евгеньевич, директор Филиала Федерального бюджетного учреждения "Российский центр защиты леса" "Центр защиты леса Республики Марий Эл"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 13.01.2026 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-4 Способен осуществлять комплекс мероприятий по воспроизводству, защите и использованию лесных ресурсов	ИПК-4.1. Знает современные технические, технологические и биотехнологические методы, направленные на повышение эффективности воспроизводства, селекции и защиты лесных ресурсов;	знания: Знает современные технические, технологические и биотехнологические методы, направленные на повышение эффективности воспроизводства, селекции и защиты лесных ресурсов; умения: навыки:
	ИПК-4.2. Умеет разрабатывать технологические схемы и биотехнологические приемы для решения задач воспроизводства, защиты и рационального использования лесных ресурсов;	знания: умения: Умеет разрабатывать технологические схемы и биотехнологические приемы для решения задач воспроизводства, защиты и рационального использования лесных ресурсов; навыки:
	ИПК-4.3. Владеет навыками оценки биологических, экологических и экономических рисков, организации и осуществления мероприятий по воспроизводству, защите и использованию лесных ресурсов с применением биотехнологических подходов.	знания: умения: навыки: ИПК-4.3. - Владеет навыками оценки биологических, экологических и экономических рисков, организации и осуществления мероприятий по воспроизводству, защите и использованию лесных ресурсов с применением биотехнологических подходов.

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания

предшествующих дисциплин: Биотехнологические методы переработки органических отходов лесного хозяйства (ПК-4), Биотехнологии воспроизводства лесных ресурсов (ПК-4) Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих практиках: Преддипломная практика (ПК-4); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-4)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: дискуссионные, исследовательские, лекционные занятия, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция, проблемная лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Основные направления глубокой химической переработки древесного сырья - биорефайнинга.	108	ПК-4
Практическое занятие. Переработка древесного сырья в целлюлозно-бумажной промышленности	4	
Практическое занятие. Комплексная химическая переработка древесного сырья в гидролизной промышленности. Утилизация отходов гидролизных производств	4	
Практическое занятие. Термическая переработка древесины	4	
Практическое занятие. Экстрактивные вещества древесины и их переработка.	4	
Практическое занятие. Технология глубокой переработки животного сырья	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельная работа	90	
Иная контактная работа:	0	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины "Биорефайнинг сырья растительного и животного происхождения" рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине "Биорефайнинг сырья растительного и животного происхождения", концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий

рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к занятиям семинарского типа включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины "Биорефайнинг сырья растительного и животного происхождения". Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины "Биорефайнинг сырья растительного и животного происхождения", оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины "Биорефайнинг сырья растительного и животного происхождения", к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине "Биорефайнинг сырья растительного и животного происхождения" является балльно-рейтинговый контроль.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Азаров, Василий Ильич. Химия древесины и синтетических полимеров [Текст] : учебник : [по направлению 240400 - "Химическая технология органических веществ и топлива" по специальности 240406 "Технология химической переработки древесины"] / В. И. Азаров, А. В. Буров, А. В. Оболенская. Изд. 2-е, испр. Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 618 с. ISBN 978-5-8114-1061-3. Экземпляры: всего 7.	7
2.	Азаров, В. И. Химия древесины и синтетических полимеров [Электронный ресурс] / Азаров В. И., Буров А. В., Оболенская А. В. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 620 с. ISBN 978-5-8114-8320-4.	https://e.lanbook.com/book/174999
3.	Сидоренко, Олег Дмитриевич. Биоконверсия отходов агропромышленного комплекса [Текст] : [учебное пособие по направлению 110900 "Технология производства и переработка сельскохозяйственной продукции"] / О. Д. Сидоренко, В. Н. Кутровский. Москва: Инфра-М, 2014. - 158, [1] с. ISBN 978-5-16-005712-5. Экземпляры: всего 6.	6
4.	Емцев, Всеволод Тихонович. Микробиология [Текст] :	14

	учебник для академического бакалавриата : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям и специальностям агрономического образования / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. 8-е изд., испр. и доп. Москва: Юрайт, 2019. - 427, [1] с. ISBN 978-5-534-06081-2. Экземпляры: всего 14.	
5.	Гомонай, Михаил Васильевич. Технология переработки древесины [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по специальности 260100 "Лесоинженерное дело"] / М. В. Гомонай. М.: Изд-во Моск. гос. ун-та леса, 2002. - 231 с. ISBN 5-8135-0041-3. Экземпляры: всего 58.	58

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
--------	---	---------------------------------	-------------------------

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения	отлично

	показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	
--	---	--

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Вариант 1

1. Теоретический вопрос

Дайте развёрнутое определение биорефайнинга. Перечислите и кратко охарактеризуйте три основных принципа биорефайнинга, отличающих его от традиционных способов переработки биомассы.

2. Аналитическое задание

Составьте таблицу, в которой сопоставьте растительное и животное сырьё для биорефайнинга по следующим критериям:

1. основные компоненты (целлюлоза, лигнин, белки, липиды и т. п.);
2. типичные источники (например, древесные отходы, масличные культуры, побочные продукты животноводства);
3. ключевые технологические вызовы при переработке.

3. Расчётная задача

На предприятии по биорефайнингу перерабатывают 10 т древесных опилок с содержанием целлюлозы 45%. Выход целевого продукта (глюкозы) составляет 85% от теоретически возможного. Рассчитайте массу полученной глюкозы, если молярная масса целлюлозы условно принята за 162 г/моль, а глюкозы — 180 г/моль.

Укажите все этапы расчёта и используемые формулы.

4. Проблемный вопрос

Перечислите **не менее трёх экологических преимуществ** биорефайнинга по сравнению с нефтехимическим производством. Для каждого преимущества приведите конкретный пример продукта или процесса.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

5. Что такое биорефайнинг? Дайте определение и раскройте суть процесса.
6. В чём заключаются ключевые отличия биорефайнинга от традиционных методов переработки биомассы?
7. Перечислите основные принципы циркулярной экономики, реализуемые в биорефайнинге.
8. Какие виды растительного сырья наиболее перспективны для биорефайнинга? Приведите 5–7 примеров.
9. Назовите основные типы сырья животного происхождения, используемые в биорефайнинге.
10. Каковы главные цели биорефайнинга с точки зрения устойчивого развития?
11. Опишите ступенчатую схему комплексной переработки растительной биомассы.
12. Какие продукты можно получить при биорефайнинге древесины? Перечислите не менее 5 наименований.
13. В чём состоит ценность лигнина как продукта биорефайнинга? Укажите сферы его применения.
14. Какие ферментативные процессы играют ключевую роль в биорефайнинге растительного сырья?
15. Основные направления комплексной химической переработки древесины и пути их интенсификации
16. Утилизация отработанных щелоков сульфат-целлюлозного производства (черных щелоков)
17. Регенерация химикатов (неорганических веществ) затраченных на варку технической целлюлозы в сульфат-целлюлозном производстве (СФА)
18. Сульфит – целлюлозное производство механизмы процессов удаления лигнина (делигнификация) и кислотного гидролиза углеводной части
19. Химический состав отработанных щелоков сульфитной варки и подготовка щелока к биохимической переработке.
20. Технологическая схема получения этанола из сульфитных щелоков направления его дальнейшего использования.
21. Технологическая схема производства белковых кормовых дрожжей, состав, области использования
22. Лигносульфонаты, состав, переработка и направления использования продуктов
23. Гидролизное производство. Общие сведения, профили заводов, сырье.
24. Влияние состава древесного сырья параметров технологического процесса гидролиза на состав гидролизатов и на пути дальнейшего их использования
25. Технологическая схема гидролизного завода спирто-дрожжевого профиля
26. Характеристика отходов гидролизного производства и пути утилизации
27. Термохимическая переработка древесного сырья, основные направления
28. Характеристика и свойства основных товарных продуктов термохимической

переработки древесины

29. Древесный уголь, состав, свойства, области применения
30. Технологическая схема пиролизного производства
31. Основные виды биотоплива. Характеристика и условия получения твердого, жидкого и газообразного биотоплива.
32. Технологический процесс производства древесных пеллет
33. Экстрактивные вещества: классификация, химический состав, основные направления переработки.
34. Канифольно-терпентинное производство, технологическая схема, переработка живицы
35. Технология канифольно-экстрактивного производства.
36. Основные товарные продукты переработки экстрактивных веществ древесины: канифоль и скипидар, пути их использования.
37. Классификация отходов лесопереработки
38. Основные направления химической утилизации отходов лесопереработки
39. Какие биопродукты получают из отходов переработки хлопка?
40. Опишите роль микроорганизмов в биорефайнинге сырья животного происхождения.
41. Какие белки и пептиды можно выделить из вторичного сырья животноводства посредством биорефайнинга?
42. Какие химические вещества получают из жиросодержащих отходов животноводства в процессах биорефайнинга?
43. Какие аналитические методы применяют для контроля качества продуктов биорефайнинга?
44. Опишите перспективы биорефайнинга водорослей как альтернативного сырья.
45. Какие нормативные документы регулируют безопасность и качество продуктов биорефайнинга в РФ и ЕС?