Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра пищевой биотехнологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.1.2 Химическая технология переработки древесины»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
18.03.01 Химическая технология
(код и наименование направления подготовки)

Химическая технология веществ и материалов
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2025

2202942

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.Э.1.2 Химическая технология переработки древесины*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра пищевой биотехнологии
наименование кафедры

протокол № 6 от "4" 2 2025 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра пищевой биотехнологии _____ А.В. Быков
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент кафедры ПБТ _____ А.В. Быков
должность *подпись* *расшифровка подписи*

_____
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
18.03.01 Химическая технология _____ А.В. Быков
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ С.А. Бикмиеева
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
_____ А.В. Берестова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Быков А.В., 2025
© ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:
«Химическая технология переработки древесины»: формирование у студентов научного мировоззрения, создание у них научно-обоснованного комплексного подхода к изучению технологии химической переработки древесины и ее экологическим аспектам.

Задачи:
- научится планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области химической переработки древесины;
- освоить методы и проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов в области переработки древесины;
- научится использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности в области переработки древесины**.**

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.22 Общая химическая технология, Б1.Д.Б.24 Технология и переработка полимеров, Б1.Д.Б.25 Технология химически стойких материалов*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-4 Обеспечивает организацию выработки компонентов химических производств и выпуск товарной продукции	ПК*-4-В-2 Контролирует соблюдение технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом ПК*-4-В-4 Подготавливает предложения по разработке мероприятий по совершенствованию технологических процессов, повышающих качество товарной продукции	**Знать:** стандартные и сертификационные методы испытания материалов, изделий и технологических процессов химического производства переработки древесины. **Уметь:** Проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения в области

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		химической технологии переработки древесины. **Владеть:** Планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения в области химической технологии переработки древесины.
ПК*-5 Обеспечивает соблюдение регламентных режимов работы технологических объектов	ПК*-5-В-1 Осуществляет оперативное руководство и координация работы производственного объекта ПК*-5-В-5 Осуществляет предупреждение и устранение нарушений хода производственного процесса	**Знать:** методы оперативного руководства и координации работы производственного объекта в области химической технологии переработки древесины. **Уметь:** осуществлять предупреждение и устранение нарушений хода производственного процесса в области химической технологии переработки древесины. **Владеть:** Методиками испытания материалов, изделий и технологических процессов в области химической технологии переработки древесины.
ПК*-6 Контролирует эксплуатацию технологических объектов	ПК*-6-В-1 Организует работы по выполнению требований технологического регламента и норм эксплуатации технологического оборудования ПК*-6-В-5 Планирует мероприятия по повышению эффективности работы технологического объекта	**Знать:** методы контроля эксплуатацию технологических объектов в области химической технологии переработки древесины. **Уметь:** организовать работу по выполнению требований технологического регламента и норм эксплуатации технологического в области химической технологии переработки древесины.

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		Владеть: методами планирования мероприятий по повышению эффективности работы технологического объекта в области химической технологии переработки древесины.
ПК*-7 Разрабатывает предложения по обеспечению качества выпускаемой продукции	ПК*-7-В-1 Проводит испытания продукции и согласование технической документации на эту продукцию ПК*-7-В-2 Организует проведение лабораторных анализов в соответствии с существующими стандартами ПК*-7-В-4 Изменяет технологический режим объектов по результатам лабораторных анализов ПК*-7-В-6 Обеспечивает достоверность, объективность и требуемую точность результатов испытаний	**Знать:** методы испытания продукции и согласование технической документации на древесную продукцию **Уметь:** проводить испытания продукции и согласование технической документации на эту продукцию в области химической технологии переработки древесины. **Владеть:** разделами техники и технологии химических производств переработки древесины.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**252**	**252**
Контактная работа:	**52,5**	**52,5**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Консультации	1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: *- выполнение курсовой работы (КР);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к лабораторным занятиям;*	**199,5** +	**199,5**

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
- подготовка к практическим занятиям; *- подготовка к устному опросу;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*		
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Особенности древесного сырья. Химический состав древесины	23	2	-	2	19
2	Строение и свойства древесины. Строение и состав клеточной стенки древесных волокон	22	2	-	2	18
3	Химические превращения целлюлозы	40	4	4	-	32
4	Технология целлюлозы	49	4	2	2	41
5	Технология бумаги и картона. Технология пирогенетических производств. Технология канифольно-скипидарных производств. Переработка сульфатных щелоков	118	6	10	10	92
	Итого:	252	18	16	16	202
	Всего:	252	18	16	16	202

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел № 1 Введение. Особенности древесного сырья. Химический состав древесины. Содержание, цели и задачи курса. Понятие о древесине. Древесина как природный полимерный композиционный материал. Роль древесины как воспроизводимого органического сырья. Источники древесины. Строение дерева, его основные части, их относительный объем и сырьевое значение. Химический состав древесины. Элементный состав. Органические и минеральные вещества древесины. Классификация компонентов древесины. Экстрактивные вещества. Высокомолекулярные компоненты древесины: целлюлоза, гемицеллюлозы, лигнин. Принципы разделения компонентов древесины. Принципиальная схема химического анализа древесины. Химический состав древесины хвойных и лиственных пород

Раздел № 2 Строение и свойства древесины. Строение и состав клеточной стенки древесных волокон. Классификация химических реакций целлюлозы и их особенности. Производные целлюлозы и их основные типы. Технические целлюлозы. Реакционная способность целлюлозы для химической переработки, роль примесей и надмолекулярной структуры. Физико-химические и химические методы изменения физической структуры целлюлозы. Действие растворов щелочей на целлюлозу. Мерсеризация и щелочная целлюлоза. Гидратцеллюлоза: физическая структура, способы получения и свойства. Гидратцеллюлозные волокна и пленки. Реакции деструкции целлюлозы. Сольволитическая деструкция. Гидролиз целлюлозы. Окислительная деструкция. Основные направления реакции окисления целлюлозы. Оксицеллюлозы. Деполимеризация и деградация целлюлозы в щелочной среде, реакция в-элиминирования и гидролиза. Ксантогенаты целлюлозы, получение вискозных волокон и пленок. Нитраты и ацетаты целлюлозы, получение, свойства и применение. Свойства и методы получения простых эфиров целлюлозы.

Раздел № 3 Химические превращения целлюлозы

Микроскопическое строение ствола дерева: сердцевина, ксилема, камбий, кора. Годичные кольца, ранняя и поздняя древесина. Ювенильная и зрелая древесина. Заболонная и ядровая древесина. Реактивная древесина. Микроскопическое (анатомическое) строение древесины. Клетки и ткани.

Основные стадии формирования древесной ткани. Строение древесины хвойных и лиственных пород. Значение строения и химического состава древесины и другого растительного сырья в химико-механической переработке. Древесина как волокнистое сырье. Основные факторы, определяющие качество древесины в ЦБП. Внешний вид древесины. Древесина как анизотропный материал. Капиллярно-пористая структура древесины. Пористость древесины. Влажность древесины и взаимодействие древесины с водой. Влажностные состояния древесины, понятие об абсолютно сухой древесине. Водопоглощение и гигроскопичность древесины. Свободная и связанная вода в древесине. Плотность древесного вещества. Плотность древесины и ее влияние на свойства древесины. Мягкие и твердые древесные породы. Слои клеточной стенки. Распределение химических компонентов в клеточной стенке. Целлюлозные микрофибриллы и лигноуглеводная матрица. Ультраструктура слоев клеточной стенки. Значение состава и строения клеточной стенки в технологических процессах ЦБП.

Раздел № 4 Технология целлюлозы

Общая схема производства сульфатной целлюлозы. Химизм и факторы сульфатной варки. Общая схема производства сульфитной целлюлозы. Химизм и факторы сульфитной варки. Промывка целлюлозы. Процессы и явления, протекающие при промывке. Факторы промывки. Показатели процесса промывки (эффективность промывки, фактор разбавления, коэффициент вытеснения). Сортирование и очистка целлюлозы. Характеристика загрязнений в целлюлозе и способы их удаления. Факторы сортирования. Основные схемы грубого и тонкого сортирования. Факторы очистки целлюлозы. Основные схемы очистки. Отбелка целлюлозы. Общие принципы процесса отбелки. Экологическая безопасность. Понятие «наилучшие существующие технологии» (BAT). Схемы отбелки ECF, TCF

Раздел № 5 Технология бумаги и картона. Технология пирогенетических производств Технология канифольно-скипидарных производств. Переработка сульфатных щелоков. Виды волокнистых полуфабрикатов и вспомогательных химикатов, используемых в композиции бумаги и картона. Влияние постоянных и переменных факторов на процесс размола, характер воздействия на волокна полуфабрикатов, потребительские свойства готовой продукции. Контроль процесса размола. Виды, назначение и способы применения проклеивающих реагентов в производстве бумаги и картона. Виды красителей в производстве бумаги и технологические факторы, влияющие на процесс крашения. Технологическая схема разбавления и подвода бумажной массы к сеточному столу БДМ. Факторы, влияющие на процессы формования и обезвоживания бумажного полотна в сеточной (формующей) части БДМ.

Факторы, влияющие на процесс обезвоживания и свойства готовой продукции в прессовой части БДМ и КДМ. Факторы, влияющие на удаление воды и формирование свойств бумаги и картона в сушильной части БДМ и КДМ. Общая технологическая схема производства на примере одного из видов бумаги или картона. Первичные продукты пиролиза, их характеристика. Влияние режимных и сырьевых параметров на процесс пиролиза и выход продуктов. Аппараты для пиролиза крупнокусковой древесины, их характеристика. Аппараты для пиролиза измельченных древесных материалов. Использование и переработка древесного угля-сырца. Общая характеристика канифольно-терпентинного производства. Состав живицы. Первичная обработка сырья. Плавление. Технология очистки терпентина. Варка канифоли. Устройство колонн. Характеристика канифоли и скипидара. Применение продуктов. Производство вторичных продуктов на основе канифоли. Технология производства глицеринового эфира канифоли. Производство вторичных продуктов из скипидара. Технология производства терпинеола. Выделение сульфатного мыла, его состав и применение. Технология получения талового масла из сульфатного мыла. Способы переработки сырого талового масла. Продукты, получаемые при ректификации талового масла и их применение. Выделение, сбор сульфатного скипидара и методы его очистки.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Определение целлюлозы в древесине азотно-спиртовым методом	2
2	2	Определение легкогидролизуемых полисахаридов	2

3	4	Получение ацетата целлюлозы	2
4	5	Определение качественных показателей бумаги и картона	5
5	5	Исследование влияния режимных и сырьевых параметров на процесс пиролиза древесины и выход продуктов	5
		Итого:	16

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	3	Распределение химических компонентов в клеточной стенке. Целлюлозные микрофибриллы и лигноуглеводная матрица.	4
2	4	Химизм и факторы сульфитной варки	1
3	4	Экологическая безопасность. Понятие «наилучшие существующие технологии» (BAT).	1
4	5	Использование и переработка древесного угля-сырца. Общая характеристика канифольно-терпентинного производства. Состав живицы. Первичная обработка сырья. Плавление.	4
5	5	Технология очистки терпентина. Варка канифоли. Устройство колонн. Характеристика канифоли и скипидара.	3
6	5	Производство вторичных продуктов на основе канифоли. Технология производства глицеринового эфира канифоли.	3
		Итого:	16

4.5 Курсовая работа (7 семестр)

Примерные темы курсовой работы

1. Химия и технология производства простых эфиров целлюлозы;
2. Химия и технология производства триацетата целлюлозы и получение пленок на его основе;
3. Химия и технология получения нитратов целлюлозы;
4. Химия и технология получения ксантогенатов целлюлозы;
5. Химия и технология сульфатной варки с антрахиноном;
6. Химия и технология производства целлюлозы полисульфидным способом.
7. Химия и технология производства сульфатной целлюлозы высокого выхода.
8. Химия и технология натронной варки древесины.
9. Химия и технология бисульфитной варки целлюлозы.
10. Химия и технология производства целлюлозы азотнокислым способом.
11. Окислительно-органосольвентный способ получения целлюлозы из однолетних растений.
12. Производство жесткой сульфитной целлюлозы на магниевом основании.
13. Влияние катализатора на механизм химических реакций с основными компонентами древесины при щелочной делигнификации древесины.
14. Каталитическая делигнификация древесины с применением антрахинона натронным способом.
15. Химия и технология натронно-антрахинонной варки древесины.
16. Каталитическая делигнификация древесины с применением антрахинона сульфатным способом.
17. Химия и технология производства мягкой сульфитной целлюлозы на растворимом основании;
18. Лен, как перспективное сырье для получения волокнистых материалов.
19. Химические реакции и растворение лигнина в варочных процессах кислотного и основного характеров, сходство и различие протекающих процессов.
20. Химические реакции лигнина при окислительной делигнификации.

21. Получение фурфурола. Кинетика образования и выход фурфурола из различных видов пентозансодержащего сырья.
22. Химия и технология получения дигидрокверцетина и его использование;
23. Химия и технология получения арабиногалактана и его применение;
24. Состав, строение и использование экстрактивных веществ древесины лиственных пород.
25. Экстрактивные вещества древесной зелени хвойных пород и использование их для получения эфирных масел и препаратов на их основе.
26. Процессы экстракции с применением сверхкритических флюидных технологий.
27. Комплексный подход к переработке растительного сырья на примере биомассы лиственницы.
28. Химия и технология гидролиза целлюлозы, состав и свойства продуктов гидролиза целлюлозы.
29. Химия и технология гидролиза полисахаридов недревесного растительного сырья;
30. Химия и технология гидролиза полисахаридов древесины разбавленными кислотами;
31. Химия и технология гидролиза полисахаридов древесины концентрированными кислотами;
32. Химия и технология термической деструкции полисахаридов древесины;
33. Химия и технология порошковой целлюлозы;
34. Химия и технология микрокристаллической целлюлозы;
35. Химия, технология и применение жидких лигносульфонатов;
36. Химия, технология и применение твердых лигносульфонатов.
37. Физикохимия процессов лигнификации;
38. Сверхкритические флюидные технологии в химии древесины;
39. Химия, технология и применение канифоли;
40. Химия, технология и применение ванилина, полученного из сульфитных лигнинов.
41. Микробиологический синтез белка. Общая технологическая схема получения кормовых дрожжей;
42. Теоретические основы создания композиционных материалов на основе полимеров. Роль химического взаимодействия полимеров с компонентами древесины;
43. Химические реакции выделения формальдегида, протекающие в процессе производства и эксплуатации древесно-стружечных плит;
44. Физико-химические процессы, протекающие при образовании слоистых пластиков на бумажной основе;
45. Технология производства вторичных ацетатов целлюлозы и производство волокон на их основе (сырье, химизм получения, свойства и применение).
46. Технология производства триацетата целлюлозы и получение пленок на его основе (сырье, химизм получения, свойства и применение).

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

- Перекрестова, Е. Н. Высокомолекулярные соединения [Текст] : учеб. пособие / Е. Н. Перекрестова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: Университет, 2012. - 115 с. - ISBN 978-5-4417-0048-1.

- Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / под общ. ред. А. А. Берлина.- 4-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Профессия, 2014. - 592 с. - ISBN 978-5-91884-056-6.

5.2 Дополнительная литература

- Абалонин, И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампиди. Основы химических производств - Москва: Химия, 2001. - 472 с. - ISBN 5-7425-1052-9.

- Будников, П. П. Керамические материалы для агрессивных сред [Текст] / П. П. Будников, Ф. Я. Харитонов . - М. : Стройиздат, 1971. - 272 с. : ил.. - Библиогр.: с. 251-270.

- Королев, Е. В. Радиационно-защитные и химически стойкие серные строительные материалы [Текст] : [монография] / Е. В. Королев, Ю. М. Баженов, А. И. Альбакасов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Рос. акад. архитектуры и строит. наук [и др.]. - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2010. - 364 с. - ISBN 978-5-7410-1071-6.

- Макаров, В. Г. Промышленные термопласты [Текст] : справочник / В. Г. Макаров, В. Б. Коптенармусов. - М. : Химия : КолосС, 2003. - 208 с. : табл - ISBN 5-98109-001-4. - ISBN 5-9532-0089-7.

- Машиностроение [Текст] : энциклопедия в 40 т. / под ред. К. В. Фролова . - Москва: Машиностроение, Т. III-6 : Технология производства изделий из композиционных материалов, пластмасс, стекла и керамики / ред.-сост. В. С. Боголюбов, отв. ред. П. Н. Белянин. - , 2006. - 576 с. : ил - ISBN 5-217-03017-8. - ISBN 5-217-01949-2.

5.3 Периодические издания

Журналы:

- «Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология» : журнал. - М. : Агентство «Роспечать»,
- «Материаловедение» : журнал. - М. : Агентство «Роспечать»,
- «Химическая промышленность сегодня» : журнал. - М. : Агентство «Роспечать»,
- «Химическое и нефтегазовое машиностроение» : журнал. - М. : Агентство «Роспечать».

5.4 Интернет-ресурсы

- http://www.xumuk.ru – сайт о химии, содержащий информацию обо всех разделах химии, методов анализа пищевого и химического сырья, отраслях химической промышленности.
- https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/RHEOL/ - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Реология»;
- https://universarium.org/course/6 - «Универсариум»; МООК: «Химия – полезная и бесполезная».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС;
2. Пакет офисных приложений LibreOffice;
3. Для проведения онлайн мероприятий и видеоконференций используется платформа «DION» (Конфигурация «DION EDU») На основании договора № 13/223-4.2.1.35/40-03 от 14.02.2025 г. Срок действия лицензий с 14.02.2025 г по 14.02.2026;
4. Яндекс.Браузер - браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка (бесплатная версия) Режим доступа: https://browser.yandex.ru.
5. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2025]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe
6. http://edu.garant.ru/garant/study/ - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей;
7. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется специализированная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, химическими реактивами и посудой, компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет".

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.