Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щёкина Вера Витальевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.03.2026 09:19:15
Уникальный программный ключ:
a2232a55157e576551a8989b1190892af539894204203366ffbf573a434e57789

	МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА **Рабочая программа дисциплины**

УТВЕРЖДАЮ
Декан естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»

_____ И.А. Трофимцова
«26» марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Направление подготовки
04.03.01 ХИМИЯ

Профиль
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Принята на заседании кафедры химии
(протокол № 6 от «26» марта 2025 г.)

Благовещенск 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА 3
2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ 5
3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ) 6
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ 14
ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ 14
5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 16
6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ)
УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА 25
7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ
ОБУЧЕНИЯ 47
8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С
ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ 48
9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ 48
10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА 49
11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ 51

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель дисциплины:

– знакомство студентов с основами процессов переработки растительного сырья,

– формирование у студентов знаний и умений, позволяющих применять основные теоретические положения химии к растительным объектам

1.2 Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Химическая переработка растительного сырья» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений предметного модуля по профилю «Аналитическая химия» Б1.В.ДВ.05 (Б1.В.ДВ.05.01).

Содержание дисциплины базируется на знаниях органической химии, неорганической химии, общей и неорганической химия, химической технологии, изученных на предыдущих курсах.

1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: ПК-1, ПК-5, ОПК-1, ОПК-2:

- **ПК-1.** Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов, индикаторами достижения которой является:

- ПК-1.1 Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования;
- ПК-1.2 Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности;
- ПК-1.3 Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин

- **ПК-5.** Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения под руководством специалистов более высокой квалификации, индикаторами достижения которой является:

- ПК-5.1 Выбирает методы и средства контроля качества, сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения на соответствие требуемой нормативной документации
- ПК-5.2 Выполняет стандартные операции на типовом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства.
- ПК-5.3 Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме;
- ПК-5.4 Осуществляет контроль точности аналитического оборудования на соответствие требуемой нормативной документации

- **ОПК-1.** Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, индикаторами достижения которой является:

- ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов
- ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии
- ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности

- **ОПК-2** Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование, индикаторами достижения которой является:

- ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности;

- ОПК-2.2 Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик;
- ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования

1.4 Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен

- знать:

- виды ресурсов в химической отрасли;
- принципы энергосбережения и рационального использования растительного сырья в химической технологии;
- основные принципы организации химического производства, его структуры; общие закономерности химических процессов;
- основные принципы организации и общие закономерности химии и технологии растительного сырья;
- методы исследования физико-химических свойств и состава сырья и продуктов синтеза

- **уметь**:

- выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать эффективность производства;
- рассчитывать показатели процесса, выбирать рациональную технологическую схему производства и оптимальные параметры;
- применять экспериментальные методы исследования физико-химических свойств веществ, методики обработки экспериментальных данных;
- понимать устную речь на английском языке в пределах профессиональной тематики; готовить и делать устные сообщения, переводить информацию, писать сообщения, статьи, тезисы, рефераты по специальности.

- владеть:

- методами анализа эффективности работы химических производств, определения технологических показателей процесса;
- навыками работы на современных приборах по физико-химическому анализу веществ и лабораторных установках по исследованию химико-технологических процессов.

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Химическая переработка растительного сырья» составляет 3 зачетных единиц (далее – ЗЕ) (108 часов).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Вид учебной работы	Всего часов	7 семестр
Общая трудоемкость	108	108
Аудиторные занятия	66	66
Лекции	32	32
Лабораторные работы	34	34
Самостоятельная работа	42	42
Вид итогового контроля:		зачет

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Учебно-тематический план

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные занятия	
1.	**Введение.**	**8**	**4**	**-**	**4**
2.	**Недревесное растительное сырье.**	**20**	**10**	**-**	**10**
3.	**Основные промышленные способы переработки растительного сырья.**	**16**	**8**	**-**	**8**
4.	**«Зеленая химия».**	**9**	**4**	**-**	**5**
5.	**Компонентный и химический состав растительного сырья.**	**46**	**2**	**34**	**10**
5.1	Компонентный и химический состав растительного сырья	2	2	-	-
5.2	Определение влажности древесины высушиванием	5	-	4	1
5.3	Определение зольности методом сжигания	5	-	4	1
5.4	Определение массовой доли лигнина в древесине	5	-	4	1
5.5	Определение содержания лигнина с 72%-ной серной кислотой в модификации Комарова	5	-	4	1
5.6	Определение холоцеллюлозы с перуксусной кислотой	5	-	4	1
5.7	Определение карбоксильных групп в целлюлозе фотоколориметрическим методом по Веберу	5	-	4	1
5.8	Определение массовой доли экстративных веществ (смол и жиров) в древесине	3	-	2	1
5.9	Определение медного числа целлюлозы	2,5	-	2	0,5
5.10	Определение содержания альфа-целлюлозы	2,5	-	2	0,5
5.11	Определение целлюлозы азотно-спиртовым методом (методом Кюршнера)	3	-	2	1
5.12	Карбоксиметилирование целлюлозосодержащих растительных материалов сус-	3	-	2	1

	пензионным способом				
6.	**Инновационные способы переработки сырья растительного происхождения.**	**9**	**4**	**-**	**5**
	Итого за семестр	**108**	**32**	**34**	**42**
ИТОГО		**108**	**32**	**34**	**42**

Интерактивное обучение по дисциплине

№	Наименование тем (разделов)	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1.	Недревесное растительное сырье.	ЛК	Лекция с ошибками	4
2.	Основные промышленные способы переработки растительного сырья.	ЛК	Лекция-дискуссия	4
3.	«Зеленая химия».	ЛК	Лекция-дискуссия	4
4.	Компонентный и химический состав растительного сырья.	ЛР	Работа в малых группах	6
5.	Инновационные способы переработки сырья растительного происхождения.	ЛК	Лекция-игра	4
	ИТОГО			**22**

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

1.Введение

Введение. Предмет и содержание курса. Виды и запасы растительного сырья. Наиболее перспективные для химической переработки виды растительного сырья. Растительные ресурсы включают всё богатство флоры и растительности России в виде разнообразного растительного сырья, биологически активных веществ, накапливаемых растениями, а также самих растений и их сообществ, имеющих прямое или опосредованное хозяйственное значение. Значительная доля растительных ресурсов приходится на дикую флору, занимающую большие площади на территории страны, и существенно меньшая – на культурную. Изучены полезные свойства ок. 3,5 тыс. дикорастущих видов сосудистых растений (по оценке на 2017), что составляет ок. 30% общего числа представителей отечественной флоры. Растительные ресурсы складываются из ресурсов отдельных природных зон или типов растительности (лесов, болот, лугов и др.), кормовых ресурсов сенокосов и пастбищ, различных групп полезных растений (лекарственных, пищевых и др.). Наибольший удельный вес по значимости и по объёму занимают лесные ресурсы.

Лесные ресурсы

На леса России приходится 20% площади лесов мира и 1/4 мировых запасов древесины. Общая площадь земель лесного фонда РФ составляет 1147 млн. га (по данным на 2017), или ок. 70% её территории. Все леса на землях лесного фонда по целевому назначению подразделяются на защитные (24%), эксплуатационные (52%) и резервные (24%). Площадь, покрытая лесной растительностью, занимает 770 млн. га (67%), основными лесообразующими породами считаются лиственницы сибирская и Гмелина (даурская), сосны обыкновенная и сибирская кедровая, берёзы повислая и пушистая, ели сибирская и европейская, осина, бук лесной, которые занимают ок. 90% земель, покрытых лесной растительностью; пр. древесные породы (груша, каштан, орех грецкий, орех маньчжурский и др.) составляют менее 1% земель. Общий запас древесины на 1.1.2018 в лесах составил ок. 79,7 млрд. м3, в т. ч. ок. 40,2 млрд. м3 (ок. 50,5%) – спелых и перестойных насаждений, из них 30 млрд. м3 – хвойных (2018). В среднем ежегодный общий прирост древесины ос-

новных лесообразующих пород составляет 970,4 млн. м3 и не превышает 1,3 м3 на 1 га земель, покрытых лесной растительностью. С 2010 накопление запаса древесины происходит за счёт малоценных древостоев мягкодревесных пород (берёзы и осины), а также низкопродуктивных хвойных древостоев на землях с избыточным увлажнением.

Недревесные ресурсы лесов

Большую ценность представляют источники т. н. вторичной продукции – ягоды (брусника, черника, малина, ежевика), разнообразные сочные плоды деревьев и кустарников, орехи (лещина), семена (кедровые орехи), а также многие виды лекарственных, декоративных и др. групп полезных растений, которые являются частью побочного пользования лесом. По самым приблизительным оценкам, биологические запасы кедровых орехов в России оцениваются в 1,5 млн. т, орехов лещины – 700 тыс. т, плодов черники и брусники – св. 800 тыс. т. При этом доступные для заготовок ресурсы (эксплуатационные запасы) составляют в целом 50–60% от биологических. Так, в лесах Карелии эксплуатационные запасы плодов черники составляют св. 60 тыс. т, брусники – ок. 50 тыс. т. К ценным пищевым продуктам леса относятся грибы. Из 3 тыс. видов шляпочных грибов, произрастающих в России, 200 видов являются съедобными. Общая продуцирующая грибоносная площадь в России составляет 81,8 млн. га; биологический запас грибов оценивается в 4,3 млн. т, в т. ч. в Азиатской части РФ – 3,5 млн. т, в европейско-уральской – 0,8 млн. т. К пищевым ресурсам леса относится также берёзовый сок. С 1 га спелого берёзового леса можно собрать 20–30 т сока. Для добычи берёзового сока используют в основном берёзу повислую (бородавчатую) и пушистую. Наибольшие их запасы сосредоточены в Сибирском (42,4%), Уральском (21,7%) и Северо-Западном (15,5) федеральных округах. Сбор и переработка недревесных лесных ресурсов, наряду с ведением сельского хозяйства, рекреационной деятельности и др., во многих случаях приносят значительно больший доход, чем заготовка древесины.

Ресурсы лекарственных растений

Дикорастущая флора России представлена более чем 2250 видами лекарственных растений (по оценке на 2016), используемых в народной и традиционной медицине. Из них ок. 100 видов принадлежат к числу официальных, т. е. разрешённых к использованию в аптечной сети, и входят в Государственный реестр (по оценкам на 2017). Наиболее разнообразно представлена группа видов, накапливающих различные фенольные соединения, в частности флавоноиды – горцы птичий, перечный и почечуйный (семейство гречишные), бессмертник песчаный, хвощ полевой, череда трёхраздельная и др., кумарины – пастернак посевной, виснага морковевидная, донник лекарственный.

К числу лекарственных растений, основным действующим началом которых являются дубильные вещества, принадлежат дубы черешчатый и скальный, лапчатка прямостоячая, или калган (семейство розовые), бадан толстолистный (камнеломковые), кровохлёбка лекарственная (розовые), виды толокнянки, сумах дубильный и скумпия кожевенная (виды семейства анакардиевые). Флора богата и эфирно-масличными растениями, среди которых лекарственное значение имеют пихты сибирская и белокорая, валериана лекарственная и др. виды этого рода, багульник болотный, можжевельник обыкновенный, девясил высокий, хмель обыкновенный и многие др. виды. Отдельную группу составляют растения, накапливающие карденолиды (или сердечные гликозиды), в которую входят виды ландыша и наперстянки, горицвет весенний, а также желтушник раскидистый. Главными действующими веществами таких растений, как термопсис ланцетный, чистотел большой, дурман обыкновенный, кубышка жёлтая, барвинок малый, виды эфедры, паслёна, живокости, борца и др., являются алкалоиды.

Ресурсы дикорастущих лекарственных растений.

Основные ресурсы дикорастущих лекарственных растений сосредоточены в центральных и южных районах Европейской части, на Кавказе, в горах Западной и Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Так, для центральных районов Европейской части характерны значительные запасы подорожника большого, мать-и-мачехи, душицы обыкновен-

ной, полыни горькой и многих др. видов. На северо-западе России расположены места основных заготовок листьев толокнянки, коры крушины, травы зверобоя, корневищ лапчатки. Промышленные запасы родиолы розовой и левзеи сафлоровидной находятся на Алтае и в Западном Саяне, а в Забайкалье – шлемника байкальского, термопсиса ланцетного, кровохлёбки лекарственной и вздутоплодника сибирского. С Дальнего Востока поступает лекарственное сырьё аралии высокой, лимонника китайского, элеутерококка колючего, заманихи высокой и женьшеня.

Если естественные запасы одних видов сырья (таких, как листья мать-и-мачехи, крапивы двудомной, корней одуванчика, почек берёзы и сосны и др.) во много раз превышают потребности, то запасы других, в частности бессмертника песчаного, зверобоя продырявленного, валерианы лекарственной, ромашки аптечной, недостаточны. Поэтому ок. 30 видов лекарственных растений выращивают для аптек в специализированных хозяйствах. Перспективным является выращивание лекарственных растений, основанное на методе культуры тканей, который используется в России пока только для получения некоторых препаратов женьшеня.

Более половины всех сердечных средств, представленных на российском рынке (по оценке на 2000), составляют растительные препараты из видов наперстянки, ландыша, горицвета и др.

К мерам, направленным на сохранение естественных лекарственных ресурсов, относятся, в частности, лицензирование объёмов заготовок, научно обоснованное планирование эксплуатации промысловых массивов, соблюдение рациональных режимов заготовок. Процессы восстановления естественных зарослей растений, у которых проводится заготовка надземных частей, занимают в среднем 5–8 лет, а при заготовке подземных органов – от 20 до 50 лет. Несоблюдение этих правил ведёт к стремительному сокращению естественных ресурсов лекарственных растений. Так, в результате интенсивных заготовок корней родиолы розовой некоторые её популяции на юге Сибири взяты под охрану и включены в Красную книгу РФ. В ряде областей Европейской части и в Западной Сибири организованы ресурсоведческие заказники с регулируемыми объёмами заготовок сырья. В целях рационального использования ресурсов лекарственных растений проводится поиск новых, более эффективных средств растительного происхождения. Так, для более чем 1300 видов флоры России выявлена различная биологическая активность (антибактериальная, антивирусная и др.), для многих из них терапевтическое действие подтверждено экспериментально. Активно проводятся поиск и исследование растений, обладающих иммуномодулирующими, противоопухолевыми, антиокислительными и гепатопротективными свойствами.

Ресурсы пищевых и пряноароматических растений

В качестве пищевых (ягодных, салатных, овощных, напиточных и др.) растений используются св. 550 дикорастущих видов флоры России. Среди них наибольший удельный вес составляют растения, отличающиеся высоким содержанием комплекса витаминов (черника, брусника, голубика, виды клюквы, а также морошка, малина, виды смородины, жимолости и др.). К важнейшим витаминным растениям принадлежат также виды шиповника, земляника лесная, облепиха крушиновидная, крапива двудомная, рябина обыкновенная. С группой пищевых тесно связана группа пряноароматических растений. Во флоре России их насчитывается ок. 110 видов, и относятся они главным образом к таким семействам, как сложноцветные, губоцветные и зонтичные. Общим их свойством является способность накапливать эфирные масла. Часть пряноароматических растений имеет также лекарственное значение (виды мят, шалфея, тмин обыкновенный, мелисса лекарственная и др.); некоторые из них используются в парфюмерии и косметике.

Ресурсы технических растений

В различных отраслях промышленности и техники используется сырьё многих видов растений, продуцирующих смолы, набухающие и растворимые камеди, красящие вещества (пигменты), эфирные масла и др. Несмотря на развитие химической промышленно-

сти, роль некоторых соединений и смесей растительного происхождения (эфирных масел, смол) остаётся высокой. Так, источником ментола является эфирное масло некоторых видов мяты, в частности мяты перечной, эвгенола – масло ряда видов базилика, хамазулена (производное азулена) – некоторых видов полыни, тысячелистника, а также формы и сорта ромашки аптечной. Более 200 видов деревьев, кустарников и травянистых растений накапливают в своих органах и тканях пигменты и служат сырьём для получения природных красителей, используемых в основном в ковровом производстве и пищевой промышленности

Водные растительные ресурсы

К этой группе растительных ресурсов принадлежат растения как пресноводных водоёмов (рек, озёр), так и морей России. Бóльшая часть пресноводных цветковых растений, различных водорослей является кормом для рыб, водоплавающих птиц, а также домашних животных. Некоторые виды ряски и рдеста аккумулируют радионуклиды, редкие металлы, микроэлементы. Помимо этого, ряски и ряд других водных трав могут использоваться в качестве биофильтра для очистки промышленных и бытовых стоков. Кубышка жёлтая и водные формы горца перечного служат источниками лекарственного сырья. Северные и восточные моря богаты разными группами водорослей (макрофитами). Среди бурых водорослей наиболее важными считаются ламинарии японская и сахаристая (морская капуста). Их используют для приготовления лекарственных препаратов и пищевых добавок, предназначенных для профилактики заболеваний, связанных с недостатком йода. В прибрежной зоне запасы морской капусты в зависимости от климатических факторов колеблются от нескольких десятков до сотен тысяч тонн. Многие виды красных водорослей (особенно из рода анфельция), распространённых в морях Дальнего Востока, служат сырьём для получения высококачественного агара. Из отдела зелёных водорослей наиболее известны хлорелла и сценедесмус, используемые в системах жизнеобеспечения космических кораблей.

Ресурсы культурных растений

Этот вид ресурсов включает растения, специально выращиваемые человеком для удовлетворения своих потребностей (в продуктах питания, одежде, обуви и др.). Культурные растения составляют основу для производства хлеба, круп, растительных масел; за счёт них человек получает разнообразные овощи, корнеплоды, фрукты и продукты их переработки, а также многие виды кормов. Подавляющее большинство культурных растений имеет своих сородичей из числа дикорастущих видов. При этом последние, уступая, как правило, по некоторым полезным свойствам и продуктивности, остаются в общем более устойчивыми к различным вредителям, заболеваниям и к изменениям условий окружающей среды. Поэтому для создания новых сортов и форм многих групп полезных культурных растений используются растения природной флоры, обладающие комплексом наиболее ценных хозяйственных признаков. Некоторые культурные интродуцированные виды, например рябина черноплодная, ирга американская, ряд др. декоративных, пищевых и кормовых растений, в разных регионах страны дичают и постепенно становятся компонентами естественных растительных сообществ. В последнее время разрабатываются научные основы для создания искусственных растительных сообществ (или агрофитоценозов), которые играют важную роль, в частности, при освоении территорий, нарушенных в результате хозяйственной деятельности человека (промышленных отвалов, загрязнений и др.).

Антропогенное влияние

Растительные ресурсы России продолжают широко использоваться населением для своих нужд. При этом индустриализация общества напрямую ведёт к отрицательным изменениям окружающей среды, в т. ч. и к изменениям состояния естественных растительных ресурсов. Масштабы такого влияния наиболее велики в промышленно развитых регионах, в которых уменьшаются площади лесов, увеличивается доля деградирующих лесных и безлесных пространств, исчезают или изменяются участки растительности, на которых

произрастают редкие виды растений. С другой стороны, происходит изменение флористического состава за счёт внедрения агрессивных сорных или иноземных видов. Большой урон наносят растительным ресурсам лесные пожары. Истребление лесов создаёт такие экологические проблемы, как быстрое заиливание водоёмов, эрозия почв и др. Для сохранения разнообразия природных растительных ресурсов России весьма актуальным остаётся проблема разработки законодательных основ, регулирующих отношения человека и общества к растительному миру.

2. Недревесное растительное сырье.

Недревесное растительное сырье. Основные представители. Хлопковое волокно, хлопковый линт, циклонный пух, стебли хлопчатника (гузапая), проблема их комплексного использования. Солома. Тростник. Багасса как сырье для химической переработки. Особенности строения, состава и войств. Другие виды недревесного растительного сырья. Доля недревесного сырья в общемировом потреблении волокнистого растительного сырья к концу 1990-х гг. достигла 5,3 % , что составляет менее 1 % от потенциальных ежегодно возобновляемых ресурсов. Производство волокнистых полуфабрикатов из недревесного сырья в основном интегрировано в производство бумажной продукции.

Недревесное сырье можно разделить на три условные категории: 1. отходы сельского хозяйства – солома различных видов, багасса, стебли хлопчатника (гузапая); 2. промышленное сырье с плантаций – кенаф, конопля, лен, джут, хлопковый линт; 3. природное недревесное сырье – тростник, бамбук.

Для *первого* вида сырья характерна его низкая стоимость и среднее качество получаемого полуфабриката.

Из *плантационного* недревесного сырья возможно получение целлюлозы хорошего качества, но при более высоком уровне затрат.

Величина затрат на *природное недревесное* сырье сопоставима с затратами на древесину при хорошем качестве целлюлозы.

Примерное распределение объемов выработки ВПФ из недревесного сырья, %: солома – 44; багасса – 18; тростник – 14; бамбук – 13; другие виды недревесного сырья – 11.

Наибольшее применение недревесное сырье получило в ЦБП Китая, где в 1993 г. было производено 73 % всего мирового производства ВПФ из недревесного сырья, в Индии – 6,3 %, в Пакистане – 2 %, остальное количество приходилось на Японию, страны Южной Азии, латиноамериканские страны, США и др.

По своей качественной характеристике недревесные растения как волокнистое сырье, за исключением текстильного волокнистого сырья (хлопок, лен), значительно уступают древесине. Наиболее ценными для целлюлозного производства являются лубяные волокна, напоминающие по своей форме и размерам либриформные волокна лиственной древесины. Средняя длина лубяных волокон соломы составляет 1,5 мм, среднее отношение длины к ширине – 100.

Солома и тростник, а также и другие однолетние растения стоят довольно близко по химическому составу к древесине лиственных пород. Это относится в первую очередь к содержанию лигнина, а также целлюлозы и пентозанов. Отличительной особенностью является более высокое содержание золы у однолетних растений, особенно это относится к рисовой соломе.

3. Основные промышленные способы переработки растительного сырья.

Основные промышленные способы переработки растительного сырья. Делигнификация растительного сырья. Химия варочных процессов. Химия отбелки целлюлозы. Отбелка целлюлозы различными реагентами и факторы, влияющие на нее. Химия отбелки. Применение кислорода, пероксида водорода, ферментов, пероксикислотой, озона и других новых реагентов. Способы облагораживания целлюлозы. Влияние облагораживания на свойства целлюлозы. Технология и оборудование для отбелки и облагораживания целлюлозы. Схемы отбельных цехов в производстве целлюлозы различного назначения. Динамические способы отбелки целлюлозы. Тенденции в усовершенствовании процессов отбелки. Вопросы очистки и использования сточных водРегенерация отработанных варочных растворов. Очистка сточных вод, газовых выбросов

Переработка сульфитных щелоков: регенерация серы и основания и из отработанных

сульфитных щелоков.Теория процесса выпарки черного щелока. Устройство выпарных аппаратов и работа многокорпусных выпарных станций. Теория процесса сжигания щелока. Тепловой баланс процесса сжигания щелока. Устройство содорегенерационных котлоагрегатов. Улавливание уноса химикатов при сжатии щелока. Очистка газовых выбросов. Использование вторичного тепла. Каустизация зеленого щелока, применяемое оборудование. Регенерация извести из каустизационного шлама. Кругооборот щелочи и серы в сульфатцеллюлозном производстве. Потеря щелочи и серы и степень их регенерации. Улавливание и обезвреживание дурнопахнущих сернистых соединений. Новые направления в регенерации щелочи и комплексное использование веществ, содержащихся в черном щелоке. Химическая и биологическая очистка сточных вод. Создание производств с замкнутым водопользованием.

Сепарирование, сортирование, обессмоливание и сгущение целлюлозы

Технологические схемы очистки отделов и применяемое оборудование для сепарирования, сортирования, обессмоливания и сгущения при производстве целлюлозы различного назначения. Переработка отходов сортирования. Использование оборотной воды

4. «Зеленая химия».

«Зеленая химия». Основные принципы «зеленой химии». Перед переработкой остатков, предотвратите потери.Отбор методик синтезирования обязан производиться с учетом полной переработки материала.Качественный отбор способов синтеза должен производиться с учетом некоторых факторов вещества и воздействие оных на флору и фауну.Производительность должна полностью сохранить темп работы и продуктивность, но уровень токсичности обязан уменьшиться.В технологическом процессе используются реагенты, растворители и разделяющие агенты. В данном случае, желательно их использование ограничить и сделать безвредным или удалить, если существует такая возможность.

Необходимо учесть расходы энергии и то, как она отразиться на цене товара. Синтезирование должно производиться при температуре внешней среды и давлении.

Выгода заключается в возобновлении исходного и расходуемого материалов.

Исключить или минимизировать промежуточные продукты.

Каталитические процессы в приоритете (желательно селективные).

Конечный результат химического продукта заключается в разложении на безопасные и не оставляет остаточный след во внешней среде.

Отслеживать создание опасных товаров в 21 веке при помощи аналитических методик.Процесс отбора веществ и их форм в производстве проводиться так, чтобы уровень небезопасности равнялся нулю. Правила Зеленой химии. На данный момент существует три метода реализации зеленого проекта, которые можно с уверенностью назвать перспективными: Постоянный поиск новых путей синтезирования. Разработка способов синтезирования на базе возобновляемого реагента. Данный процесс не требует нефти и природного газа.

Будет произведена полная замена растворителей во всем процессе. Последний пункт следует рассмотреть детальней. Работа растворителя заключается в:

Доставлении или отведении теплоты.

Результативном и продуктивном смешивании.

Постоянном наблюдении за реакцией и контролировании всей работы.

Перспективы зеленой химии

5. Компонентный и химический состав растительного сырья.

Компонентный и химический состав растительного сырья. Гистохимический анализ целлюлозных волокон. Взаимодействие древесины и целлюлозы с водой

Свободная и связанная вода в древесине. Смачивание и набухание целлюлозы.

Сорбция паров воды целлюлозой. Изменение физического (релаксационного) состояния целлюлозы при ее взаимодействии с водой и при сушке. Усадочные напряжения, возникающие при сушке целлюлозы, их роль в процессах получения бумаги и целлюлозы для химической переработки. Инклюдирование.

Действие на целлюлозу гидроксидов щелочных металлов. Понятие о соединениях включения. Состав щелочной целлюлозы, ее структурные модификации. Набухание и растворение целлюлозы в щелочах. Действие на целлюлозу аммиака и аминов. Взаимодействие целлюлозы с комплексными соединениями поливалентных металлов (гидроксиды металлов и др.). Действие на целлюлозу растворов солей. Активация и повышение реакционной способности целлюлозы.

Деструкция целлюлозы

Гидролиз и алкоголиз целлюлозы. Состав и свойства продуктов гидролиза целлюлозы. Гидролиз концентрированными и разбавленными кислотами. Порошковая и микрокристаллическая целлюлоза. Алкоголиз и ацетолиз целлюлозы. Действие безводных галоидводородов. Термическая деструкция целлюлозы. Фотохимическая деструкция. Деструкция целлюлозы под действием ионизирующих излучений (радиационная деструкция). Ферментативное расщепление целлюлозы.

Окисление целлюлозы

Избирательное окисление целлюлозы. Окисление первичных спиртовых групп. Окисление вторичных спиртовых групп. Химические превращения продуктов избирательного окисления целлюлозы. Неизбирательное окисление целлюлозы. Снижение молекулярной массы целлюлозы в процессе окисления. Свойства препаратов окисленной целлюлозы. Окисление эфиров целлюлозы.

Растворение целлюлозы

Природа межмолекулярных взаимодействий в целлюлозе и его роль в процессе растворения. Роль водородных связей. Растворение целлюлозы в прямых и комплексообразующих растворителях.

Сложные эфиры целлюлозы

Методы синтеза сложных эфиров целлюлозы. Химические реакции при синтезе. Распределение заместителей в препаратах частично замещенных эфиров целлюлозы. Эфиры неорганических кислот. Нитраты (азотнокислые эфиры) целлюлозы. Эфиры угольной и тиугольной кислот и их соли (ксантогенаты целлюлозы). Сульфаты (сернокислые эфиры) целлюлозы. Другие эфиры целлюлозы и неорганических кислот.

Эфиры целлюлозы и сульфокислот. Практическое использование сложных эфиров целлюлозы. Применение эфиров целлюлозы в мембранной технологии.

Простые эфиры целлюлозы

Методы синтеза простых эфиров целлюлозы. Метилцеллюлоза, этилцеллюлоза, их свойства и применение. Другие простые эфиры целлюлозы. 1.11. Методы синтеза новых типов производных целлюлозы. Образование химических связей между макромолекулами или элементами надмолекулярной структуры целлюлозы. Синтез производных целлюлозы по реакции нуклеофильного замещения. Синтез производных ароматических эфиров целлюлозы по реакции электрофильного замещения. Блок и привитые сополимеры целлюлозы, их практическое значение.

Особенности химического состава и анатомического строения древесины лиственных и хвойных пород и растительных отходов сельскохозяйственного производства. Химическое строение высокомолекулярных компонентов и экстрактивных веществ древесины. Строение, надмолекулярная структура и свойства целлюлозы и гемицеллюлоз из различных видов растительного сырья. Технологическая характеристика отходов лесопиления и деревообработки, а также низкотоварной стволовой древесины. Характеристика сельскохозяйственных отходов: Стержней початков кукурузы, подсолнечной лузги, рисовой шелухи, хлопковой шелухи и т.п. Требования к качеству сырья по техническим условиям. Значение продуктов гидролитической переработки древесины и микробиологического синтеза для народного хозяйства страны. История развития, современный уровень и перспективы производства кормового белка, премиксов, этанола, фурфурола и его производных, пищевого ксилита и других продуктов. Новые направления развития гидролизных производств. Гидролизные производства за рубежом.

6. Инновационные способы переработки сырья растительного происхождения.

Инновационные способы переработки сырья растительного происхождения. Комплексное использование сырья в гидролизном производстве и охрана окружающей среды. Общая характеристика и методы использования гидролизного лигнина. Использование лигнина в качестве топлива. Карбонизация лигнина. Производство жидкой и твердой углекислоты. Физико-химические свойства диоксида углерода и основные принципы его сжижения. Технологическая схема и оборудование для производства жидкой и твердой углекислоты из газов брожения. Характеристика и методы использования и очистки последрожжевой бражки. Характеристика сточных вод гидролизных заводов. Предельно допустимые концентрации по основным токсическим соединениям. Методы механической, химической и биологической очистки сточных вод. Предотвращение загрязнения водоемов путем внедрения оборотных схем водопользования. Характеристика и методы очистки оборотных вод. Характеристика парогазовых выбросов гидролизного производства и их рекуперация. Технология комплексной переработки сульфитных щелоков и предгидролизатов сульфитно-целлюлозного производства. Образование, отбор, состав и свойства сульфитного щелока. Основные сведения о сульфитных способах производства целлюлозы. Образование продуктов превращения гемицеллюлоз. Факторы, влияющие на стабильность сахаров при сульфитных варках. Гидролиз гемицеллюлоз при сульфитных варках древесины. Отбор сульфитного щелока. Общая характеристика сульфитных щелоков. Физические свойства. Состав сульфитных щелоков. Карбонилбисульфитные соединения. Бисульфитные соединения моносахаридов. Несахарные карбонилбисульфитные соединения. Влияние несахарных карбонильных соединений на моносахариды в бисульфитных растворах. Получение биологически доброкачественных субстратов сульфитных щелоков. Десульфитация щелока. Инверсия олигисахаридов сульфитных щелоков. Приготовление субстрата. Двухступенчатая нейтрализация, окисление фенольных веществ. Обогащение питательными веществами. Переработка биохимически утилизируемых углеродсодержащих веществ сульфитных щелоков. Выращивание кормовых дрожжей. Спиртовое брожение. Характеристика основного оборудования. Основные требования к режиму упаривания сульфитнодрожжевой бражки. Основные направления использования лигносульфонатов. Технология лесохимических продуктов и биологически активных веществ Основные направления использования биомассы дерева как возобновляемого источника органического сырья. Пути решения топливно-энергетических проблем при использовании продуктов химической и термической переработки биомассы дерева. Основные пути использования древесных отходов и низкотоварной древесины. Задачи по развитию основных отраслей промышленности по химической переработке растительного сырья. Значение лесохимических продуктов и биоактивных веществ в народном хозяйстве. Общая характеристика биомассы дерева – сырья для производства лесобиохимических продуктов и биологически активных веществ. Особенности химического состава и анатомического строения древесины, коры, листьев (хвои). Химическое строение высокомолекулярных

компонентов и экстрактивных веществ дерева. Технологическая характеристика отходов лесопиления и деревообработки, а также низкотоварной стволовой древесины. Требования к качеству сырья по ГОСТ. Запасы и районы концентрирования сырья для промышленности по химической переработке биомассы дерева.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение Химической переработки растительного сырья необходимо при подготовке направления подготовки «Химия». Дисциплина должна обеспечивать подготовку высококвалифицированных специалистов, знающих состояние химической переработки растительного сырья страны и перспективы ее развития, способы добычи, подготовки и комплексной переработки важнейших видов растительного сырья. Специалист-химик должен знать теоретические основы, технологические процессы и типовые аппараты основных химических переработок растительного сырья, использование переработки растительного сырья в народном хозяйстве, иметь представление об экономике химической переработки растительного сырья, методах охраны окружающей среды от вредного влияния отходов химической переработки растительного сырья, ясно представлять значение химизации народного хозяйства, ее основные направления.

Основные задачи курса заключаются в формировании представлений о возможности использования процессов, лежащих в основе функционирования живых систем для производства коммерческого продукта. Эти общие научные принципы излагаются в первой части лекционного курса, которая предшествует изучению химико-технологических процессов переработки растительного сырья.

Особое место данного курса в структуре учебного плана обусловлено спецификой науки, которая определяется возможностью формирования понятий только на основе ранее изученных тем в курсе органической химии, биологической химии, общей и неорганической химия, химической технологии.

При работе с данной рабочей программой следует придерживаться следующего алгоритма:

1. Используя учебную программу, определите место темы (раздела) в системе изучаемой дисциплины. Выясните, какие темы (разделы) предшествуют изучению данного материала, какие следуют после нее.
2. Выберите понятия, сформированные при изучении предыдущей темы, и понятия которые будут развиваться при изучении последующей, внимательно изучите их, выпишите в словарь.
3. Познакомьтесь с теоретическим материалом по лекциям и предлагаемым литературным источникам.
4. Выполните задания для самостоятельной работы

В процессе проведения лабораторного практикума студенты должны закрепить и углубить знания, полученные в лекционном курсе, приобрести практические навыки в проведении исследования и количественной обработке результатов проводимой работы, ознакомиться с современными методами анализа переработки растительного сырья. Экспериментальные исследования проводятся на установках, моделирующих производственные. При постановке работ следует стремиться к тому, чтобы такие операции как анализ полученного продукта, определение его констант, снятие параметров процесса органически включались в соответствующую технологическую работу и выполнялись в объеме, необходимом для решения поставленных в этой работе задач.

В каждой теме даны учебно-методические материалы лекционного курса, включающие план лекции по каждой изучаемой теме и особенности изучаемого материала, приводится список основной и дополнительной литературы; представлены задания для самостоятельного изучения предмета, варианты контрольных работ, итоговые контрольные тесты, которые позволяют проверить уровень усвоения изученного материала. Контроль-

ные тесты содержат задания разного содержания и уровня сложности, что позволяет достоверно оценить полноту знаний студентов.

Прежде чем приступить к выполнению заданий для самоконтроля, студентам необходимо изучить рекомендуемую по каждой теме литературу. Общий список учебной и учебно-методической литературы представлен в отдельном разделе данной программы. Кроме того, в материалах по подготовке семинарских занятий по каждой теме указана основная и дополнительная литература.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование раздела (темы)	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
1.	Введение.	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников Подготовка рефератов и презентаций	4
2.	Недревесное растительное сырье.	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников Подготовка рефератов и презентаций	10
3.	Основные промышленные способы переработки растительного сырья.	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников Подготовка рефератов и презентаций	8
4.	«Зеленая химия».	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников Подготовка рефератов и презентаций	5

5.	Компонентный и химический состав растительного сырья.	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе Подготовка рефератов и презентаций	10
6.	Инновационные способы переработки сырья растительного происхождения.	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников Подготовка рефератов и презентаций	5
	ИТОГО		**42**

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Тема «Компонентный и химический состав растительного сырья»

Лабораторная работа №1-2 (4 ч)

Тема: Определение влажности древесины высушиванием.

Цель работы: получить представление о методах определения влажности древесины.

Задачи работы: овладеть методиками взвешивания образцов, определения постоянной массы, ознакомиться с особенностями высушивания исходного сырья. Задание: высушить навеску древесных опилок до постоянной массы, вычислить относительную влажность и коэффициент сухости древесины.

Обеспечивающие средства: Оборудование и посуда. 1. Эксикатор. 2. Бюксы. 3. Сушильный шкаф. 4. Весы аналитические. Реактивы. 1. Анализируемое растительное сырье (опилки).

Требования к отчету: итоги работы представить в виде краткой характеристики хода определения и необходимых расчетов. В анализе древесины определяют влажность (относительную влажность) образца в отдельных параллельных пробах и рассчитывают по ней коэффициент сухости Ксух, показывающий относительное содержание в пробе древесины абсолютно сухого материала. Недостатки метода: при высушивании могут удаляться летучие вещества, что приводит к завышенному значению влажности; сушка может сопровождаться окислением компонентов древесины, в результате – увеличивается ее масса вследствие присоединения кислорода.

Технология выполнения работы В чистый высушенный до постоянной массы бюкс (с крышкой) помещают аналитическую навеску опилок, массой около 1 г и сушат в течение 3 ч при температуре (103 ± 2) °С. Перед извлечением из сушильного шкафа бюкс закрывают крышкой охлаждают 20–30 мин в эксикаторе, затем взвешивают, предварительно приоткрыв крышку бюкса для уравновешивания давления воздуха. Время охлаждения должно быть строго постоянным. Далее сушку повторяют по 1 ч, до постоянного веса (разница двух взвешиваний 0,0009 г). Относительную влажность древесины, %, рассчитывают по формуле

$W=((m1- m2)/(m1- m))\times100$

где m – масса пустого бюкса, m1 – масса бюкса с навеской до высушивания, m2 – масса бюкса с навеской после высушивания, г. 29 Расхождение между результатами двух параллельных опытов не должно превышать 0,5 %. Коэффициент сухости рассчитывают по формуле

$Ксух=100- W/100= m2- m/ m1- m$

Во всех следующих химических анализах для расчета абсолютно-сухой навески древесины значение взятой воздушно-сухой навески умножают на Ксух.

Лабораторная работа №3-4 (4 ч)

Тема: Определение зольности методом сжигания.

ГОСТ 10847-74 Зерно. Методы определения зольности

Лабораторная работа №5-6 (4 ч)

Тема: Определение массовой доли лигнина в древесине.

Содержание лигнина в древесине и другом растительном сырье преимущественно определяют прямыми способами. Они основаны на количественном выделении лигнина удалением экстрактивных веществ соответствующей экстракцией и полисахаридов гидролизом концентрированными минеральными кислотами. При количественном определении лигнина кислотным гидролизом из растительного сырья необходимо предварительно удалить из него смолы, жиры, воски, неомыляемые вещества подходящими органическими растворителями. Растворитель должен достаточно полно извлекать экстрактивные вещества и при этом не вызывать потерю самого лигнина.

Методика определения лигнина с 72% -ной серной кислотой в модификации ВНПО-Бумпром. Навеску воздушно–сухих обессмоленных опилок массой около 1 г помещают в коническую колбу на 250 мл с притёртой пробкой. Влажность обессмоленной древесины определяют в отдельной пробе. В колбу добавляют 15 мл 72% -ной серной кислоты и выдерживают при температуре 24…25°С в течении 2,5 ч, периодически перемешивая содержание колбы во избежание образования комков. Затем к смеси лигнина с кислотой приливают осторожно 200 мл дистиллированной воды, присоединяют колбу к обратному холодильнику и кипятят на электроплитке в течение 2 ч.

Фильтрование лигнина проводят на следующий день, чтобы частицы его достаточно укрупнились. Раствор с осадком лигнина фильтруют через сложенные вместе два уравновешенных на аналитических весах бумажных фильтра (фильтры обеззоленные «синяя лента» диаметром 150 мм). Осадок лигнина и фильтры тщательно промывают горячей водой из промывалки до полного удаления кислоты (проба с индикатором метилоранжем промывных вод и краев фильтра).

Фильтр с лигнином сушат в сушильном шкафу при температуре 103±2° С до постоянной массы и взвешивают верхний фильтр с лигнином, помещая нижний фильтр на чашу весов с разновесами.

Массовая доля лигнина, % к абсолютно сухой исходной (необессмоленной) древесины, рассчитывают по формуле

$$Лиг = \frac{m \cdot K_э}{g} \cdot 100 .$$

Требование к оформлению отчёта

Отчёт по каждой лабораторной работе должен содержать:

- Краткую характеристику (химический состав и содержание) изучаемых компонентов.
- Краткие сведения об основных количественных методах анализа выделяемых компонентов.
- Краткое изложение методики определения каждого компонента.
- Экспериментальные данные, необходимые расчёты и необходимые выводы.
- Схематические рисунки необходимых для анализа приборов и экспериментальных установок.

Лабораторная работа №7-8 (4 ч)

Тема: Определение содержания лигнина с 72%-ной серной кислотой в модификации Комарова

Цель работы: получить представление о методах определения содержания лигнина в древесном сырье.

Задачи работы: овладеть методикой определения лигнина серно-кислотным методом в модификации Комарова.

Задание: приготовить раствор серной кислоты концентрацией 72 %, осуществить определение содержания лигнина в древесных опилках в соответствии с методикой, выполнить расчет массовой доли выделенного лигнина.

Требования к отчету: итоги работы представить в виде краткой характеристики хода определения и необходимых расчетов

Обеспечивающие средства: Оборудование и посуда 1. Колба коническая (50 и 500 см3). 2. Холодильник обратный. 3. Баня водяная. 4. Фильтр стеклянный (класс ПОР 160). 5. Шкаф сушильный. 6. Плитка электрическая. 7. Весы аналитические. Реактивы 1. Кислота серная 72 %-я. 2. Дистиллированная вода. 3. Опилки древесные.

Технология выполнения работы

Навеску воздушно-сухих обессмоленных опилок массой около 1 г помещают в коническую колбу (50 см3) с притертой пробкой. К навеске добавляют 15 см3 72 %-й H_2SO_4 и выдерживают в термостате при температуре 24–25 °С в течение 2,5 ч при периодическом осторожном помешивании во избежание образования комков. Затем смесь лигнина с кислотой переносят в коническую колбу вместимостью 500 см3 , смывая лигнин 200 см3 дистиллированной воды. Разбавленную смесь кипятят с обратным холодильником на электрической плитке (слабое кипение) в течение 1 ч. Частицам лигнина дают укрупниться и осесть. Затем (рекомендуется на следующий день) лигнин отфильтровывают на стеклянном пористом фильтре, высушенном до постоянной массы. Начинают фильтрование без отсоса. Сначала на фильтр сливают отстоявшуюся жидкость, а затем начинают переносить осадок. Окончательно переносят осадок лигнина из колбы с помощью горячей воды, добавляя ее порциями при промывке. При замедлении фильтрования подключают водоструйный насос, но на фильтре следует оставлять небольшой слой воды перед каждой новой порцией фильтруемой жидкости. После отмывки осадка от кислоты (по индикатору метиловому оранжевому) отсасывают жидкость полностью. Фильтр с лигнином сушат в сушильном шкафу при температуре 103 ± 2 °С до постоянной массы и взвешивают. Мас-

совую долю лигнина, % к абсолютно-сухой исходной (необессмоленной) древесине, рассчитывают по формуле:

$L=((m1-m)/g) \times Кэ \times 100$

где m1 – масса фильтра с лигнином, г; m – масса пустого фильтра, г; g – масса абс. сух. навески обессмоленной древесины, г; Кэ – коэффициент экстрагирования органическим растворителем. Разность между результатами двух параллельных опытов не должна превышать 0,5 %.

Лабораторная работа №9-10 (4 ч)

Тема: Определение холоцеллюлозы с перуксусной кислотой

Цель работы: получить представление о холоцеллюлозе как углеводном комплексе древесины

Задачи работы: овладеть методикой выделения холоцеллюлозы с использованием перуксусной кислоты, определить ее количество в древесине.

Задание: выполнить экстракцию древесного сырья органическими растворителями, приготовить перуксусную кислоту, провести делигнификацию полученного сырья данным окислителем, высушить образец холоцеллюлозы и вычислить ее массовую долю.

Требования к отчету: итоги работы представить в виде краткой характеристики хода определения и необходимых расчетов.

Обеспечивающие средства: Оборудование и посуда 1. Колба коническая (250 см3). 2. Цилиндр мерный. 3. Баня водяная. 4. Фильтр стеклянный (класс ПОР 160). 5. Шкаф сушильный. Реактивы 1. Обессмоленные древесные опилки. 2. Перуксусная кислота (10%). 3. Дистиллированная вода. 4. Смесь ацетон-этанол (1:1). 32

Технология выполнения работы

Навеску воздушно-сухих обессмоленных опилок массой 5 г помещают в коническую колбу вместимостью 500 см3 и заливают мерным цилиндром 250 см3 10%-го раствора перуксусной кислоты при комнатной температуре. Колбу покрывают часовым стеклом и помещают в водяную баню с температурой 90 °С. При достижении температуры смеси 75 °С колбу выдерживают при перемешивании 30–60 мин при анализе древесины хвойных пород и 15–20 мин – лиственных. Затем содержимое колбы разбавляют 250 см3 дистиллированной воды с температурой 50 °С, отфильтровывают холоцеллюлозу на стеклянном пористом фильтре (класса ПОР 160) и промывают нагретой (50 °С) дистиллированной водой до отрицательной реакции на пероксид с титанилсульфатом, затем теплой (50 °С) смесью ацетона с этанолом (1:1). Фильтр с холоцеллюлозой сушат в вакуумном сушильном шкафу при температуре 45 °С до постоянной массы (или на воздухе с последующим определением влажности воздушносухой холоцеллюлозы). Массовую долю холоцеллюлозы, % к абс. сух. исходной (необессмоленной) древесине, рассчитывают по формуле:

$H=((m1-m)/g) \times Кэ \times 100$

где m1 – масса фильтра с холоцеллюлозой, г; m – масса пустого фильтра, г; g – масса абс. сух. навески обессмоленной древесины, г; Кэ – коэффициент экстрагирования органическим растворителем.

Лабораторная работа №11-12 (4 ч)

Тема: Определение карбоксильных групп в целлюлозе фотоколориметрическим методом по Веберу

Цель работы: получить представление об определении содержания карбоксильных групп в целлюлозе.

Задачи работы: освоить методику и выполнить фотоколориметрическое определение количества красителя метиленового голубого, связанного СООН-группами.

Задание: приготовить раствор метиленового голубого (МГ) и других необходимых растворов, построить градуировочные графики по эталонным растворам МГ, выполнить анализ сделать соответствующие расчеты, согласно методике.

Требования к отчету: итоги работы представить в виде краткой характеристики хода определения и необходимых расчетов.

Обеспечивающие средства: Оборудование и посуда 1. Колба мерная (50, 100, 200, 250, 500, 1000 см3). 2. Пипетка (2 см3). 3. Фильтр Шотта (ПОР 100). 4. Колба Бунзена. 5. Кювета (10 см3). 6. Бюкс. 7. Фотоэлектроколориметр (оранжевый фильтр) или спектрофотометр КФК-3. 8. Сушильный шкаф. 9. Водоструйный насос. 10. Механическая мешалка. Реактивы 1. Воздушно-сухая целлюлоза. 2. Метиленовый голубой 0,0005 М. 3. Раствор соляной кислоты 0,01 М. 4. Раствор соляной кислоты в этаноле 0,2 М.

Технология выполнения работы Навеску воздушно-сухой целлюлозы массой 0,10–0,25 г размешивают на мешалке в дистиллированной воде, переносят на пористый стеклянный фильтр с краном и отфильтровывают воду. Затем закрывают кран на фильтре и обрабатывают волокно 25 см3 раствора метиленового голубого (МГ), при этом массу на фильтре перемешивают палочкой. По истечении 10 мин открывают кран и отсасывают раствор красителя. Обработку повторяют до тех пор, пока оптические плотности исходного раствора и фильтрата не сравняются. Для фотоколориметрирования отбирают пипеткой 2 см3 фильтрата, переносят в мерную колбу вместимостью 250 см3 и доводят до метки раствором соляной кислоты HCl концентрацией 0,01 М. Измеряют оптическую плотность полученного раствора на спектрофотометре при длине волны 600 нм или на фотоэлектроколориметре с оранжевым фильтром в кювете толщиной 10 мм. Таким же образом измеряют оптическую плотность исходного раствора. По окончании последней обработки тщательно отсасывают раствор красителя, вынимают окрашенную целлюлозы из фильтра, 44 взвешивают (масса а, г) и помещают в чистый стеклянный пористый фильтр с краном. После этого для извлечения МГ окрашенную целлюлозу подвергают следующей обработке: 1. Четырехкратной промывке порциями по 25 см3 раствора соляной кислоты 0,01 М с перемешиванием по 5 мин при закрытом кране; фильтрат собирают в мерную колбу вместимостью 250 см3 и доводят его объем соляной кислотой 0,01 М до метки (фильтрат 1). 2. Четырехкратной промывке порциями по 25 см3 раствора соляной кислоты 0,01 М с перемешиванием по 10 мин при закрытом кране; фильтрат собирают в мерную колбу вместимостью 100 см3 (фильтрат 2). 3. Четырехкратной промывке порциями по 25 см3 раствора соляной кислоты в этаноле концентрацией 0,2 М с перемешиванием по 10 мин при закрытом кране; фильтрат собирают в мерную колбу вместимостью 100 см3 и доводят его объем раствором соляной кислоты в этаноле 0,2 М до метки (фильтрат 3). После последней промывки, несмотря на бесцветный фильтрат, волокно может сохранять слабую окраску, обусловленную частично необратимым связыванием МГ. Однако удерживаемая масса красителя дает ошибку не более 1 % от определяемого значения. Промытое волокно помещают во взвешенный бюкс и высушивают в сушильном шкафу до постоянной массы (масса g, г). Полученные фильтраты подвергают фотоколориметрированию, при этом фильтрат 1 разбавляют в 10 раз (например, 10 см3 до 100 см3), а фильтраты 2 и 3 исследуют без разбавления. Измеряют оптические плотности фильтратов и по соответствующим градуировочным графикам определяют массу МГ в каждом фильтрате. Количество карбоксильных групп СООН, ммоль на 100 г абсолютно-сухой целлюлозы, рассчитывают по формуле:

$$COOH=((m1- m0(a –g) + m2+ m3) \times 0,14)/ (45\times g)$$

где m1 – масса МГ в фильтрате 1, рассчитанная с учетом разбавления фильтрата, мг; m2 – масса МГ в фильтрате 2, мг; m3 – масса МГ в фильтрате 3, мг; m0 – концентрация МГ в исходном растворе, мг/см 3 ; (a – g) – количество исходного раствора МГ, удержанное волокном, г (или см 3); 1 мг МГ соответствует 0,14 мг карбоксильных групп (СООН). 1 ммоль СООН соответствует 0,045 г. Приготовление раствора метиленового голубого. Навеску массой около 140–150 мг химически чистого МГ высушивают в вакуумном шкафу при температуре 60 °С и растворяют дистиллированной водой в мерной колбе вместимостью 1 дм 3 для получения раствора концентрацией 0,0005 моль/дм 3 .

Построение градуировочных графиков. Готовят эталонные растворы МГ в водном и этанольном растворах соляной кислоты. С этой целью 1 см3 раствора МГ концентрацией 0,0005 моль/ дм 3 разбавляют в мерных колбах соответствующими растворами соляной кислоты в 50, 100, 200, 400, 800 раз. Полученные растворы фотоколориметрируют по вышеуказанной методике. На основании средних данных 5–6 параллельных определений стоят градуировочные графики для растворов МГ в воде и этаноле.

Лабораторная работа №13 (2 ч)

Тема: Определение массовой доли экстративных веществ (смол и жиров) в древесине.

Цель работы: получить представление о методах определения экстрактивных веществ в образце древесины

Задачи работы: овладеть методикой экстрагирования в аппарате Сокслета, определения массовой доли экстрактивных веществ.

Задание: взвесить навеску опилок, собрать аппарат Сокслета, поместить гильзу с навеской в насадку для экстрагирования, выполнить экстракцию, отогнать растворитель, высушить колбу со смолой, произвести необходимые расчеты.

Требования к отчету: итоги работы представить в виде краткой характеристики хода определения и необходимых расчетов.

Обеспечивающие средства: Оборудование и посуда 1. Аппарат Сокслета. 2. Бумага для фильтрования. 3. Колба круглодонная (250 см3). 4. Холодильник обратный. 5. Водяная баня. 6. Электрическая плитка. 7. Шкаф сушильный. 8. Весы аналитические. 9. Установка для простой перегонки.

Реактивы: 1. Диэтиловый эфир или спирто-толуольная смесь (1:2). 2. Анализируемое сырье (опилки)

Технология выполнения работы. Методика экстрагирования в аппарате Сокслета

Навеску воздушно-сухих древесных опилок массой 2–5 г помещают в гильзу, свернутую из фильтровальной бумаги, помещают в насадку для экстрагирования, причем уровень опилок в гильзе – на 1–1,5 см ниже уровня сифонной трубки. В колбу (объем 250 мл) наливают 150 мл растворителя. Собирают аппарат Сокслета, который состоит их колбы для растворителя, насадки для экстрагирования (100 мл) с сифонной трубкой и обратного холодильника, и ставят его на водяную баню. Температуру водяной бани регулируют в зависимости от применяемого 31 растворителя. Экстрагирование проводят в течение 6 ч при энергичном кипении растворителя (сливы через сифонную трубку – каждые 10 мин). Затем аппарат снимают с бани, отсоединяют насадку от колбы и холодильника. Экстракт переливают в высушенную до постоянной массы колбу, и отгоняют растворитель на водяной бане через прямой холодильник. Все части установки для отгонки растворителя должны быть соединены шлифами. Колбу со смолой сушат в сушильном шкафу при температуре (103 ± 2) °С до постоянной массы и взвешивают. Массовую долю экстрактивных веществ, % к абс. сух. древесине, рассчитывают по формуле:

$E = (m1 - m/g) \times 100$

где m1 – масса колбы со смолой; г; m – масса пустой колбы, г; g – масса абс. сух. навески древесины, г. Расхождение между результатами параллельных определений не должно превышать 0,5 %. По полученному результату рассчитывают коэффициент экстрагирования

$Кэ = (100 - E)/ 100.$

Лабораторная работа №14 (2 ч)

Тема: Определение медного числа целлюлозы.

Цель работы: получить представление о редуцирующей способности альдегидных групп, содержащихся в целлюлозе.

Задачи работы: овладеть методикой определения редуцирующей способности альдегид-

ных групп по медному числу.

Задание: приготовить реактив Фелинга; в соответствии с методикой выполнить определение и расчет медного числа целлюлозы.

Требования к отчету: итоги работы представить в виде краткой характеристики хода определения и необходимых расчетов

Обеспечивающие средства: Оборудование и посуда 1. Колбы конические (50, 250 см3). 2. Бюретки 25 см3 . 3. Холодильник обратный. 4. Фильтр Шота (ПОР 100). 5. Воронка Бюхнера. 6. Колба Бунзена. 7. Стаканы (250 см3). 8. Стеклянная палочка. 9. Водоструйный насос. 42 Реактивы 1. Воздушно-сухая целлюлоза. 2. Медный купорос $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. 3. Сегнетова соль $KOOC(CHOH)_2COONa \cdot 4H_2O$. 4. Гидроксид натрия. 5. Сульфат железа (III) $Fe_2(SO_4)_3$. 6. Серная кислота конц. (ρ = 1,84 г/см3) и 60 %-я. 7. Фенолфталеин. 8. Тиоцианат аммония NH_4SCN. 9. Перманганат калия 0,04 М.

Технология выполнения работы

Готовят два раствора: А – 62,5 г $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ в 1 дм 3 воды; Б – 346 г сегнетовой соли и 150 г NaOH в 1 дм 3 воды. Для растворения осадка меди (I) готовят раствор В1 – 50 г $Fe_2(SO_4)_3$ и 200 г конц. H_2SO_4 в 1 дм 3 воды или раствор В2 – 100 г $(NH_4)_2Fe_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ и 140 г конц. H_2SO_4 в 1 дм 3 воды. Навеску массой около 1 г воздушно-сухой целлюлозы помещают в коническую колбу (250 см3), приливают 20 см3 дистиллированной воды и нагревают до кипения. Одновременно в две конические колбы (50 см3) из бюреток наливают по 20 см3 соответственно растворов А и Б. Растворы нагревают до кипения и сливают вместе в одну из колб. Образовавшийся раствор темно-синего цвета осторожно вливают в колбу с навеской, закрывают пробкой с воздушным холодильником и ставят колбу на горячую плитку. С момента закипания (появления первого пузырька) содержимое кипятят точно 3 мин. Во время кипячения необходимо следить, чтобы не было выбросов из колбы в холодильник. После этого снимают колбу с плитки, быстро обмывают пробку воздушного холодильника 50 мл дистиллированной воды, сливают эту воду в колбу и охлаждают ее под проточной водой. Содержимое колбы после охлаждения фильтруют через стеклянный фильтр под вакуумом. Целлюлозу с осадком Cu_2O промывают горячей водой до нейтральной реакции по фенолфталеину (индикатор при нанесении на целлюлозу не должен давать розового окрашивания). При фильтровании необходимо следить, чтобы целлюлоза с осадком Cu_2O во избежание окисления последнего кислородом воздуха находилась под водой. Затем пористый стеклянный фильтр с промытой целлюлозой и с осадком, покрытыми водой, переносят на другую чистую отсосную колбу. Отсасывают воду, быстро отключают вакуум, приливают 15 см3 раствора В1 или В2 и помешивают стеклянной палочкой. После этого отсасывают жидкость, отключают вакуум и повторно приливают 15 см3 раствора В1 или В2 , перемешивают его с осадком и снова отсасывают. Целлюлозу на фильтре промывают в два приема по 30 см3 раствора серной кислоты концентрацией 4 моль/дм 3 , затем 150 см3 дистиллированной воды до отрицательной реакции на железо (проба тиоцианатом аммония NH_4SCN не должна давать красного окрашивания). Фильтрат непосредственно в колбе Бунзена титруют раствором перманганата калия, концентрацией 0,04 моль/дм 3 до первой устойчивой розовой окраски раствора (сохраняется при встряхивании 1 мин). Медное число, г на 100 г абсолютно сухой целлюлозы, рассчитывают по формуле

$$Cu=((v\times0{,}00254)/g)\times100$$

где v – объем раствора перманганата калия концентрацией 0,04 моль/дм 3 , израсходованный на титрование, см3 ; 0,00254 – масса меди, соответствующая 1 см3 раствора перманганата калия концентрацией 0,04 моль/дм 3 , г; g – масса абсолютно-сухой целлюлозы, г. Расхождение между результатами двух параллельных опытов 0,03 г при уровне показателя медного числа до 1,0 г; 0,2 г – свыше 1,0 г.

Лабораторная работа №15 (2 ч)

Тема: Определение содержания альфа-целлюлозы.

Цель работы: получить представление об альфа-целлюлозе.
Задачи работы: овладеть методикой определения содержания альфа-целлюлозы.
Задание: определить массовую долю целлюлозы в сырье через холоцеллюлозу – взвесить навеску холоцеллюлозы, приготовить 17,5 %-й раствор гидроксида натрия, обработать навеску приготовленным раствором согласно методике, получить альфа-целлюлозу, вычислить ее массовую долю в древесине
Требования к отчету: итоги работы представить в виде краткой характеристики хода определения и необходимых расчетов
Обеспечивающие средства: Оборудование и посуда 1. Стакан лабораторный (250 см3). 2. Цилиндр мерный. 3. Водяная баня-термостат. 4. Фильтр стеклянный (класс ПОР 160). 5. Шкаф сушильный. 33 Реактивы 1. Гидроксид натрия NaOH 17,5 %-й. 2. Гидроксид натрия NaOH 8,3 %-й. 3. Дистиллированная вода. 4. Уксусная кислота 10 %-я.
Технология выполнения работы Навеску воздушно-сухой холоцеллюлозы, массой около 1,5 г помещают в стакан вместимостью 250 см3 . Мерным цилиндром берут 25 см3 17,5 %-го раствора NaOH и устанавливают температуру 20 °С. Добавляют к холоцеллюлозе 10 см3 этого (термостатированного) раствора и помещают стакан, покрытый часовым стеклом, в водяную баню-термостат с температурой (20,0 ± 0,1) °С. Осторожно помешивают холоцеллюлозу стеклянной палочкой для пропитки образца щелочью. Через 2 мин образец энергично перемешивают для разделения комочков. По истечении 5 мин после добавления первой порции раствора гидроксида натрия добавляют его следующую порцию (5 см3) и снова массу тщательно перемешивают. Спустя еще 5 мин добавляют новую порцию раствора щелочи (5 см3) и перемешивают. Последнюю порцию раствора (5 см3) добавляют через 15 мин от начала обработки и снова перемешивают. Полученную реакционную смесь оставляют в бане-термостате 30 мин. Таким образом, общая продолжительность обработки составляет 45 мин. После этого к смеси добавляют 33 см3 дистиллированной воды с температурой 20 °С, в результате чего массовая доля NaOH снижается до 8,3 %. Полученную альфа-целлюлозу отфильтровывают на высушенном пористом фильтре и промывают 8,3 %-м раствором NaOH (100 см3 , 20 °С), а затем дистиллированной водой, смывая все волокна альфа-целлюлозы на фильтр. При фильтровании и промывке используют отсос. Для ускорения промывки рекомендуется прекратить отсасывание, наполнить фильтр водой (на 6 мм ниже края), тщательно перемешать целлюлозу на фильтре для разбивания комков и снова фильтровать с отсосом. Такую операцию следует провести дважды. После промывки в фильтр с целлюлозой заливают 15 см3 10 %-й уксусной кислоты комнатной температуры; для пропитки целлюлозы кислотой оставляют кислоту на фильтре на 1 мин, после чего отфильтровывают ее с отсосом. Промывают целлюлозу дистиллированной водой (20 °С) до нейтральной реакции по универсальной индикаторной бумаге или фенолфталеину. Фильтр с альфа-целлюлозой сушат в вакуумном сушильном шкафу при температуре (103 ± 2) °С до постоянной массы и взвешивают. Массовую долю альфа-целлюлозы, % к исходной (необессмоленной) древесине, рассчитывают по формуле:

$$C\alpha=((m1- m)/ g)\times H\times 100$$

где m1 – масса фильтра с альфа-целлюлозой, г; m – масса пустого фильтра, г; g – масса абс. сух навески холоцеллюлозы, г; H – массовая доля холоцеллюлозы в абсолютно-сухой исходной (необессмоленной) древесине, %. Расхождение между результатами двух параллельных опытов не должно превышать 0,8 %.

Лабораторная работа №16 (2 ч)

Тема: Определение целлюлозы азотно-спиртовым методом (методом Кюршнера)
Цель работы: получить представление о методах определения целлюлозы в древесном сырье.
Задачи работы: овладеть методикой определения целлюлозы азотно-спиртовым способом.

Задание: приготовить азотно-спиртовую смесь, осуществить определение целлюлозы в древесных опилках в соответствии с методикой и выполнить расчет массовой доли выделенной целлюлозы.
Требования к отчету: итоги работы представить в виде краткой характеристики хода определения и необходимых расчетов.
Обеспечивающие средства: Оборудование и посуда 1. Колба коническая (250 см3). 2. Холодильник обратный. 3. Баня водяная. 4. Фильтр стеклянный (класс ПОР 160). 5. Колба Бунзена. 6. Шкаф сушильный. 7. Весы аналитические. Реактивы 1. Кислота азотная (ρ = 1,4 г/см3). 2. Дистиллированная вода. 3. Спирт этиловый 95 %-й. 4. Опилки древесные. Для анализа используют азотно-спиртовую смесь, состоящую из одного объема концентрированной азотной кислоты (плотностью 1,4 г/см3) и четырех объемов 95 %-го этанола. Готовят смесь в вытяжном шкафу. Осторожно при перемешивании вливают азотную кислоту в спирт; переливают в колбу с притертой пробкой; смесь долго не хранится.
Технология выполнения работы Навеску воздушно-сухих опилок массой около 1 г помещают в коническую колбу (250 см3) и добавляют мерным цилиндром 25 см3 азотно-спиртовой смеси. К колбе присоединяют обратный холодильник и кипятят опилки со смесью на водяной бане в течение 1 ч (не допуская бурного кипения). После окончания кипения опилкам дают осесть, осторожно сливают жидкость через высушенный до постоянной массы стеклянный фильтр (можно пользоваться «промежуточным» фильтром). Попавшие на фильтр опилки смывают обратно в колбу, используя 25 см3 свежей азотно-спиртовой смеси, и снова кипятят с обратным холодильником в течение 1 ч. Такую обработку проводят 3–4 раза. После 3-й обработки делают пробу на полноту делигнификации: признак конца делигнификации – отсутствие красного окрашивания под действием на пробу целлюлозы (несколько волокон) солянокислого раствора флороглюцина; присутствие лигнина обнаруживается по оранжево-желтому окрашиванию. После последней обработки целлюлозу отфильтровывают на высушенном до постоянной массы пористом стеклянном фильтре с отсосом, промывая 10 см3 свежего раствора, а затем горячей водой. Отмывку от кислоты проверяют по индикатору метиловому оранжевому, нанося каплю раствора на целлюлозу – в присутствии кислоты – красноватый оттенок. При отсутствии цвета индикатор смывают водой. Фильтр с целлюлозой сушат при температуре 103 ± 2 °С до постоянной массы и взвешивают. 35 Массовую долю «сырой» целлюлозы, % к абс. сух. древесине, рассчитывают по формуле:

$$C = ((m1 - m)/ g) \times 100$$

где m1 – масса фильтра с целлюлозой, г; m – масса пустого фильтра, г; g – масса абс. сух. навески древесины, г. Для расчета массовой доли чистой целлюлозы вносят поправку на остаточные пентозаны: массовую долю «сырой» целлюлозы умножают на поправочный коэффициент (100 – Р)/100, где Р – массовая доля остаточных пентозанов в целлюлозе, %. Обычно Р в целлюлозе из древесины хвойных пород 5–6 %, лиственных – 9–10 %. Расхождение между результатами двух параллельных определений не должно превышать 1,0 %.

Лабораторная работа №17 (2 ч)

Тема: Карбоксиметилирование целлюлозосодержащих растительных материалов суспензионным способом
Цель работы: получить карбоксиметилированный продукт.
Задачи работы: овладеть методикой получения карбоксиметилированного производного суспензионным методом.
Задание: взвесить навеску исходного сырья, приготовить необходимые растворы, выполнить обработку навески в соответствии с методикой, высушить полученный продукт.
Требования к отчету: итоги работы представить в виде краткой характеристики хода определения и необходимых расчетов.

Обеспечивающие средства: Оборудование и посуда 1. Колба круглодонная. 2. Механическая мешалка. 3. Фильтр Шотта. 4. Колба Бунзена. Реактивы 1. Исходное растительное сырье. 2. Изопрпиловый спирт. 3. Гидроксид натрия 30 %-й. 4. Монохлоруксусная кислота. 5. Этиловый спирт 96 %-й. 6. Уксусная кислота 90 %-я.

Технология выполнения работы Методика карбоксиметилирования. Навеску 5 г воздушно-сухого сырья энергично перемешивают в 60 см3 изопропилового спирта. Продолжая перемешивание, постепенно (в течение 30 мин) добавляют 40 см3 30 %-го водного раствора NaOH и перемешивают при комнатной температуре около 1 ч. Затем в течение 30 мин добавляют 6 г монохлоруксусной кислоты (ClCH2COOH). Сосуд с реакционной смесью закрывают, помещают на баню и выдерживают 2 ч при температуре 55 °С. Полученный продукт отделяют декантацией, смешивают с 96 %-м этанолом, содержащим для нейтрализации избытка щелочи 90 %-ю уксусную кислоту до pH 5. Затем продукт декантируют, промывают 96 %-м этанолом и сушат при 60 °С.

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
ПК-1 ПК-5 ОПК-1 ОПК-2	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	о ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	лнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	нена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе экс-

			перимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
	Тест	Низкий – до 60 баллов (неудовлетворительно)	за верно выполненное задание тестируемый получает максимальное количество баллов, предусмотренное для этого задания, за неверно выполненное – ноль баллов. После прохождения теста суммируются результаты выполнения всех заданий. Подсчитывается процент правильно выполненных заданий теста, после чего этот процент переводится в оценку, руководствуясь указанными критериями оценивания.
		Пороговый – 61-75 баллов (удовлетворительно)	
		Базовый – 76-84 баллов (хорошо)	
		Высокий – 85-100 баллов (отлично)	
	Реферат	Низкий – неудовлетворительно	тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.
		Пороговый – удовлетворительно	имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.
		Базовый – хорошо	основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая по-

			следовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.
		Высокий – отлично	выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.
	Собеседование	Низкий (неудовлетворительно)	Студент отвечает неправильно, нечетко и неубедительно, дает неверные формулировки, в ответе отсутствует какое-либо представление о вопросе
		Пороговый (удовлетворительно)	Студент отвечает неконкретно, слабо аргументировано и не убедительно, хотя и имеется какое-то представление о вопросе
		Базовый (хорошо)	Студент отвечает в целом правильно, но недостаточно полно, четко и убедительно
		Высокий (отлично)	Ставится, если продемонстрированы знание вопроса и самостоятельность мышления, ответ соответствует требованиям правильности, полноты и аргументированности.
	Коллоквиум	Низкий – неудовлетворительно	- незнание программного материала; - при ответе возникают ошибки; - затруднения при выполнении практических работ.
		Пороговый – удовлетворительно	- усвоение основного материала; - при ответе допускаются неточности; - при ответе недостаточно правильные формулировки; - нарушение последовательности в изложении программного материала; - затруднения в выполнении практических заданий.
		Базовый – хорошо	- знание программного материала; - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос; - правильное применение теоретиче-

			ских знаний; - владение необходимыми навыками при выполнении и практических задач.
		Высокий – отлично	- глубокое и прочное усвоение программного материала; - полные , последовательные , грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания; - свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала; - правильно обоснованные принятые решения; - владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.
	Деловая и/или ролевая игра	Низкий (неудовлетворительно)	Для каждой деловой игры критерии оценивания определяются отдельно в соответствии с поставленными целями и задачами
		Пороговый (удовлетворительно)	
		Базовый (хорошо)	
		Высокий (отлично)	

6.2 ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

Критерии оценивания устного ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

1. вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок;
2. показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;
3. продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков.

Допускаются незначительные ошибки.

Оценка «не зачтено» выставляется, если:

1. не раскрыто основное содержание учебного материала;
2. обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
3. допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;
4. не сформированы компетенции, умения и навыки.

6.3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, ПК-1, ПК-5, ОПК-1, ОПК-2

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	№ задания	Вес задания (балл)	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильности ответа)
задания закрытого типа с выбором одного правильного (1 из 4)	1, 2, 3	1 балл	1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи
задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа по схеме: «верно»/ «неверно»	4, 5	1 балл	1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи
задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (3 из 6)	6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания закрытого типа на установление соответствия (4 на 4)	8, 9	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задание закрытого типа на установление последовательности	10, 11	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания открытого типа с кратким ответом	12, 13	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи.
задания открытого типа с развернутым ответом	14, 15	5 баллов	5 б – полное правильное соответствие; если допущена одна ошибка/неточность / ответ правильный, но не полный - 3 балла; если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует – 0 баллов

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ПК-1. Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов, индикаторами достижения которой является:	• ПК-1.1 Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов ис следования; • ПК-1.2 Использует фундаментальные химические понятия в своей профессио нальной деятельности; • ПК-1.3 Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия хи мических дисциплин

Задание 1. Какой фундаментальный химический закон лежит в основе материального баланса процесса пиролиза древесины?

1. Закон действующих масс
2. Закон сохранения массы
3. Закон Гесса
4. Закон эквивалентов

Ответ: 2

Задание 2. Основным мономером, образующим природный полимер целлюлозу, является:

1. Глюкоза
2. Фруктоза
3. β-Глюкоза
4. α-Глюкоза

Ответ: 3

Задание 3. Гидролиз целлюлозы до глюкозы является примером реакции:

1. Полимеризации
2. Деструкции
3. Изомеризации
4. Окисления

Ответ: 2

Задание 4. Утверждение: «Элементный состав лигнина характеризуется высоким содержанием углерода по сравнению с целлюлозой».

1. Верно
2. Неверно

Ответ: 1

Задание 5. Утверждение: «Процесс экстракции растительного сырья основан на различии температур кипения растворенного вещества и растворителя».

1. Неверно
2. Верно

Ответ: 1

Задание 6. Какие процессы относятся к основным видам химической переработки древесной биомассы? (Выберите два или более варианта)

1. Строгание
2. Гидролиз
3. Пиролиз
4. Фрезерование
5. Делигнификация
6. Растворение водой

Ответ: 2, 3, 5

Задание 7. Какие факторы влияют на скорость кислотного гидролиза целлюлозы в соответствии с законом действующих масс? (Выберите два или более варианта)

1. Концентрация ионов водорода (H^+)
2. Цвет древесины
3. Температура процесса
4. Плотность древесины

5. Тип древесины
6. Атмосферное давление

Ответ: 1, 3

Задание 8. Установите соответствие между видом растительного сырья и основным целевым продуктом его химической переработки:

Сырье	Продукт
1. Семена подсолнечника	А. Этанол
2. Древесина сосны	Б. Канифоль
3. Кукурузный крахмал	В. Подсолнечное масло
4. Хлопковая шелуха	Г. Фурфурол

Ответ: 1 - В, 2 - Б, 3 - А, 4 - Г

Задание 9. Установите соответствие между химическим процессом и его определением:

Процесс	Определение
1. Гидролиз	А. Термическое разложение органических материалов без доступа кислорода
2. Пиролиз	Б. Реакция обмена функциональными группами между сложным эфиром и спиртом
3. Этерификация	В. Реакция взаимодействия вещества с водой, приводящая к его разложению
4. Трансэтерификация	Г. Реакция образования сложных эфиров при взаимодействии кислоты и спирта

Ответ: 1 - В, 2 - А, 3 - Г, 4 - Б

Задание 10. Установите правильную последовательность стадий получения этилового спирта из крахмалосодержащего сырья (например, зерна):

1. Осахаривание мальтозы до глюкозы
2. Спиртовое брожение глюкозы
3. Гидротермическая обработка и клейстеризация крахмала
4. Ферментативный гидролиз крахмала до мальтозы (сахарификация)
5. Дистилляция зрелой бражки

Ответ: 3, 4, 1, 2, 5

Задание 11. Расположите стадии классического сульфатного (крафт) процесса делигнификации древесины в правильном порядке:

1. Варочный процесс со "белым щелоком" ($NaOH + Na_2S$)
2. Отбелка целлюлозы
3. Обработка «черного щелока» в регенерационном цикле
4. Измельчение древесного сырья в щепу
5. Отбивка и промывка целлюлозной массы

Ответ: 4, 1, 5, 2, 3

Задание 12. Назовите основной химический компонент, удаляемый из древесины в процессе делигнификации.

Ответ: Лигнин

Задание 13. Какой гетероциклический альдегид образуется в результате кислотного гидролиза пентозансодержащего сырья (например, подсолнечной лузги)?
Ответ: Фурфурол

Задание 14. Опишите, как фундаментальный «закон действующих масс» проявляется в процессе кислотного гидролиза целлюлозы. Какие факторы, согласно этому закону, позволяют управлять скоростью реакции и выходом глюкозы?

Ответ:
Закон действующих масс устанавливает зависимость скорости химической реакции от концентраций реагентов. В случае кислотного гидролиза целлюлозы (реакция гетерогенная, но для упрощения кинетики часто рассматривают гомогенную модель), скорость реакции пропорциональна концентрации ионов водорода $[H^+]$ (катализатор) и «доступной» концентрации гликозидных связей в целлюлозе. Управление процессом осуществляется через:

- Концентрацию кислоты: Повышение концентрации кислоты увеличивает $[H^+]$, что, согласно закону, ускоряет гидролиз.
- Температуру: Рост температуры увеличивает константу скорости реакции (k), что также ускоряет процесс.
- Время процесса: Для смещения равновесия в сторону продуктов (глюкозы) необходимо контролировать время, чтобы минимизировать вторичные реакции разложения глюкозы в кислой среде.

Таким образом, закон действующих масс является теоретической основой для оптимизации параметров гидролиза (T, $[H^+]$, t) с целью достижения максимального выхода целевого продукта.

Задание 15. Объясните, основываясь на «законе сохранения энергии (первом начале термодинамики)»и законе Гесса, почему процесс пиролиза древесины требует первоначального внешнего энергетического импульса и может в дальнейшем протекать автотермически.

Ответ:
Первый закон термодинамики (закон сохранения энергии) гласит, что энергия не возникает и не исчезает, а только переходит из одной формы в другую.
Закон Гесса утверждает, что тепловой эффект реакции зависит только от начального и конечного состояния системы и не зависит от пути процесса.
При пиролизе древесины происходят эндотермические реакции деполимеризации и крекинга (например, разложение целлюлозы и лигнина), которые требуют подвода тепла. Согласно первому началу термодинамики, этот дефицит энергии должен быть восполнен извне – отсюда необходимость первоначального внешнего энергетического импульса.
Однако параллельно идут и экзотермические реакции (например, вторичные реакции уплотнения и обугливания, образование части смол). Согласно закону Гесса, общий тепловой эффект всего комплекса реакций пиролиза может быть рассчитан. На практике для многих видов биомассы экзотермических реакций оказывается достаточно, чтобы после инициализации процесса компенсировать эндотермические стадии и поддерживать температуру без дополнительного подвода тепла извне. Таким образом, система переходит в автотермический режим, где энергия, выделяющаяся в одних реакциях, потребляется в других, что является прямым следствием фундаментальных законов термодинамики.

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции

ПК-5. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения под руководством специалистов более высокой квалификации, индикаторами достижения которой является:	• ПК-5.1 Выбирает методы и средства контроля качества, сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения на соответствие требуемой нормативной документации • ПК-5.2 Выполняет стандартные операции на типовом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства. • • ПК-5.3 Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме; • • ПК-5.4 Осуществляет контроль точности аналитического оборудования на соответствие требуемой нормативной документации

Задание 1. Качественной реакцией на наличие непредельных связей в растительных маслах, используемой для быстрого контроля сырья, является:

1. Реакция с $FeCl_3$
2. Реакция с $K_2Cr_2O_7$
3. Реакция с бромной водой
4. Реакция «серебряного зеркала»

Ответ: 3

Задание 2. Для контроля кислотного числа растительного масла лаборант должен провести:

1. Титрование раствором щёлочи
2. Отгонку с паром
3. Гравиметрический анализ
4. Рефрактометрию

Ответ: 1

Задание 3. Перед проведением анализа влажности сырья на аналитических весах лаборант обязан проверить:

1. Цену деления термометра
2. Нулевую точку и уровень весов
3. Чистоту титрованного раствора
4. Температуру в сушильном шкафу

Ответ: 2

Задание 4. Утверждение: «Для контроля качества фурфурола согласно ГОСТу необходимо определить его плотность, показатель преломления и температуру кипения».

1. Верно
2. Неверно

Ответ: 1

Задание 5. Утверждение: «В протоколе испытаний достаточно указать только конечный результат анализа без указания использованной методики и серийных номеров оборудования».

1. Неверно
2. Верно

Ответ: 1

Задание 6. Какие методы контроля можно использовать для определения содержания этанола в продукте брожения? (Выберите два или более варианта)

1. Ареометрия (спиртометрия)
2. Газовая хроматография
3. Титриметрическое определение кислотности
4. Определение йодного числа
5. Органолептически
6. Окислением на воздухе

Ответ: 1, 2

Задание 7. Какие операции входят в процедуру контроля точности аналитического оборудования? (Выберите два или более варианта)

1. Проведение испытаний с использованием стандартного образца (СО)
2. Настройка цветовой гаммы интерфейса прибора
3. Поверка мерной посуды и весов
4. Чистка кювет спектрофотометра
5. Мытье посуды
6. Уборка лаборатории

Ответ: 1, 3

Задание 8. Установите соответствие между объектом контроля и основным нормируемым показателем его качества согласно стандарту:

Объект контроля	Нормируемый показатель
1. Семена масличных культур (подсолнечник)	А. Содержание целлюлозы
2. Этиловый спирт-сырец	Б. Массовая доля влаги и сорной примеси
3. Сульфатная целлюлоза	В. Концентрация и кислотность
4. Канифоль	Кислотное число и температура размягчения

Ответ: 1 - Б, 2 - В, 3 - А, 4 - Г

Задание 9. Установите соответствие между методом/оборудованием и определяемым показателем:

Метод / Оборудование	Определяемый показатель
1. Рефрактометр	А. Вязкость
2. Вискозиметр	Б. Показатель преломления
3. Спиртометр	В. Содержание спирта в водно-спиртовой смеси
4. Щелочное титрование	Г. Кислотное число

Ответ: 1 - Б, 2 - А, 3 - В, 4 - Г

Задание 10. Установите правильную последовательность операций при определению йодного числа растительного масла методом Виджса:

1. Титрование оставшегося йода раствором тиосульфата натрия
2. Взвешивание навески масла в колбу для титрования
3. Добавление раствора йода в четырёххлористом углероде и выдерживание в темноте
4. Добавление раствора йодида калия и воды

5. Расчет йодного числа по разности объемов титранта в опыте и холостом определении
Ответ: 2, 3, 4, 1, 5

Задание 11. Расположите этапы оформления протокола испытаний после проведения анализа в правильном порядке:
1. Внесение результатов в журнал лаборатории
2. Расчет показателей качества на основе полученных данных
3. Регистрация полученных сырых данных (объемы титранта, показания приборов)
4. Подписание протокола ответственным исполнителем и руководителем
5. Проверка соответствия результатов нормам, указанным в ГОСТ/ТУ
Ответ: 3, 2, 5, 1, 4

Задание 12. Какой нормативный документ является первоисточником для выбора методики контроля качества канифоли в России?
Ответ: ГОСТ (Государственный стандарт)

Задание 13. Какой тип химической посуды используется для точного отмеривания фиксированного объема жидкости при приготовлении титрованного раствора?
Ответ: Мерная колба (или пипетка, автоматическая пипетка)

Задание 14. Вам поручено под руководством старшего лаборанта провести входной контроль партии подсолнечного масла. Поставщик указал в документах кислотное число – 1.5 мг КОН/г. Опишите ваш план действий для проверки этого показателя. В ответе укажите:
- Какое оборудование и реактивы вам понадобятся.
- Суть методики (какую стандартную операцию вы будете выполнять).
- Как вы оформите результат и какие действия предпримете, если ваше измерение даст значение 2.1 мг КОН/г.

Примерный ответ:
План действий:
1. Подготовка к анализу:
- Оборудование и реактивы: мерная колба на 100 мл, пипетка, бюретка, коническая колба для титрования, спирто-эфирная смесь (1:1), титрованный раствор гидроксида калия (КОН) с известной концентрацией (~0.1 М), индикатор фенолфталеин.

Контроль оборудования: проверить бюретку на отсутствие сколов и загрязнений, убедиться в её чистоте и правильной установке нуля. Убедиться в наличии действующей поверки на весы и мерную посуду.
2. Проведение анализа:
Взвесить на аналитических весах точную навеску масла (около 5-10 г).
Растворить навеску в 50-100 мл нейтрализованной (по фенолфталеину) спирто-эфирной смеси.
- Титровать полученный раствор при постоянном перемешивании раствором КОН до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение 30 секунд.

3. Оформление и действия по результату:
- Рассчитать кислотное число по формуле: КЧ = (V C 56.1) / m, где V – объем щелочи, мл; C – концентрация щелочи, моль/л; m – масса навески, г; 56.1 – молярная масса КОН.

Результат внести в протокол испытаний установленной формы, указав дату, метод (например, ГОСТ 5476-80), номер партии сырья, использованное оборудование и полученное значение.

Если получено значение 2.1 мг КОН/г: Поскольку результат превышает заявленное поставщиком значение (1.5), я сообщу о несоответствии старшему лаборанту. Мы проведем повторный анализ (возможно, в двух параллелях) для подтверждения результата. После подтверждения результат будет официально зафиксирован в протоколе, и на его основании партия масла может быть забракована или отправлена на дополнительную очистку.

Задание 15. Вам необходимо провести контроль качества этилового спирта-сырца, полученного из гидролизного сусла. Опишите, как с помощью простейшего лабораторного оборудования (ареометра, спиртомера, термометра) определить его крепость (% об.). Какие поправки необходимо будет внести в показания прибора и почему это важно для точности контроля?

Примерный ответ:
Порядок действий и поправки:
1. Проведение измерения:
Отобрать пробу спирта-сырца в чистый, сухой цилиндр достаточного объема.
Осторожно опустить в цилиндр спиртомер (ареометр, проградуированный в % об.), не допуская его касания со стенками.
Одновременно измерить термометром температуру спирта в цилиндре.
Снять показание спиртомера по нижнему мениску жидкости.
2. Внесение поправок и важность точности:
Показания спиртомера справедливы только при стандартной температуре (обычно 20°C). Поскольку температура пробы почти всегда отличается от стандартной, необходимо внести температурную поправку.
Нормативная: Качество спирта-сырца регламентировано стандартами (ГОСТ), и несоблюдение норм по крепости ведет к выпуску некондиционной продукции.

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, индикаторами достижения которой является:	• ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов • ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и • расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии • ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности

Задание 1. При исследовании методами ИК-спектроскопии было установлено, что продукт гидролиза лигнина имеет интенсивную полосу поглощения в области 1710-1715 см$^{-1}$. Какую функциональную группу это наиболее вероятно указывает?

1. Гидроксильную (-OH)
2. Карбонильную (C=O)
3. Ароматическое кольцо
4. Метиленовую группу (-CH_2-)

Ответ: 2

Задание 2. При определении выхода целлюлозы после варки было получено три значения: 48,2%; 47,8%; 52,1%. Какой результат, скорее всего, является промахом и должен быть отброшен при расчете среднего?

1. 48,2%
2. 47,8%
3. 52,1%
4. Все результаты равновероятны

Ответ:3

Задание 3. Если при пиролизе древесины выход жидких продуктов (бионефти) увеличивается с 30% до 45% при снижении скорости нагрева, какой предварительный вывод можно сделать?

1. Скорость нагрева не влияет на процесс
2. Снижение скорости нагрева благоприятствует образованию жидких продуктов
3. Снижение скорости нагрева приводит только к увеличению выхода газа
4. Произошла ошибка в измерениях

Ответ:2

Задание 4. Утверждение: «Если при определении йодного числа двух разных образцов растительного масла получены значения 120 и 85, можно сделать вывод, что первый образец более окислен».

1. Неверно
2. Верно

Ответ:1

Задание 5. Утверждение: «Наличие полосы поглощения при 1050-1150 см$^{-1}$ в ИК-спектре продукта переработки целлюлозы однозначно свидетельствует о сохранении гликозидных связей».

1. Неверно
2. Верно

Ответ:1

Задание 6. При анализе результатов хроматографии бионефти были обнаружены пики, соответствующие уксусной кислоте, фурфуролу и левоглюкозану. О чем это свидетельствует? (Выберите два или более варианта)

1. Продукт содержит соединения, характерные для пиролиза гемицеллюлоз
2. Продукт содержит соединения, характерные для пиролиза целлюлозы
3. Продукт полностью состоит из лигнинных фрагментов
4. Произошла полная газификация сырья
5. Продукт загрязнён
6. Подобран неверный растворитель

Ответ:1, 2

Задание 7. Какие выводы можно сделать, если при щелочной экстракции биомассы выход экстрактивных веществ значительно превышает справочные данные для данного вида сырья? (Выберите два или более варианта)

1. Сырье могло быть подвержено микробиологической порче
2. Методика экстракции могла быть проведена с ошибкой (например, завышена температура)
3. Определенно произошла деструкция целлюлозы
4. Лигнин полностью перешел в раствор

5. Подобрана неверная концентрация щёлочи
6.

Ответ:1, 2

Задание 8. Установите соответствие между наблюдаемым экспериментальным фактом и его вероятной химической интерпретацией:

Наблюдаемый факт	Химическая интерпретация
1. Раствор йода в йодиде калия окрашивает продукт в синий цвет	А. Образование непредельных соединений или ароматических структур
2. Продукт пиролиза дает положительную реакцию «серебряного зеркала»	Б. Наличие альдегидной группы
3. Выход газообразных продуктов (CO, CO_2) при пиролизе увеличивается с ростом температуры	В. Наличие крахмала или неповрежденной целлюлозы
4. УФ-спектр продукта имеет полосу поглощения при 280 нм	Г. Интенсификация реакций декарбоксилирования и разложения

Ответ:1 - В, 2 - Б, 3 - Г, 4 - А

Задание 9. Установите соответствие между методом анализа и типом информации, которую он предоставляет для интерпретации:

Метод анализа	Тип информации
1. Газовая хроматография с масс-спектрометрией (ГХ-МС	А. Количественный состав смеси летучих соединений и их идентификация
2. ИК-Фурье спектроскопия	Б. Определение функциональных групп в молекуле
3. Титриметрическое определение кислотного числа	В. Степень окисленности образца (например, масла)
4. ЯМР-спектроскопия	Г. Полная структура органического соединения, включая расположение атомов водорода и углерода

Ответ: 1 - А, 2 - Б, 3 - В, 4 - Г

Задание 10. (ОПК-1.1) Установите правильную последовательность этапов обработки данных при определении состава жирных кислот в растительном масле методом ГХ-МС:

1. Идентификация пиков по библиотеке масс-спектров
2. Проведение хроматографического разделения метиловых эфиров жирных кислот
3. Количественный расчет массовых долей кислот по площадям пиков
4. Получение хроматограммы и масс-спектров для каждого пика
5. Подготовка проб (омыление и метилирование масла)

Ответ: 5, 2, 4, 1, 3

Задание 11. Расположите этапы формулирования заключения по результатам эксперимента в правильном порядке:

1. Сравнение полученных данных с литературными источниками и теоретическими ожиданиями
2. Формулировка окончательных выводов и, при необходимости, рекомендаций для дальнейших исследований

3. Проведение эксперимента и сбор первичных данных (спектров, хроматограмм, значений титранта)
4. Первичная обработка и систематизация результатов (расчет выходов, определение концентраций)
5. Выдвижение гипотез для объяснения обнаруженных закономерностей и аномалий
Ответ: 3, 4, 1, 5, 2

Задание 12. Как называется статистическая величина, которая показывает степень рассеяния результатов измерений относительно среднего значения и используется для оценки их воспроизводимости?
Ответ: Стандартное отклонение

Задание 13. Какой основной процесс ответственен за образование фурфурола из ксиланов, содержащихся в растительном сырье, в кислой среде?
Ответ: Дегидратация пентоз

Задание 14. Вам были предоставлены результаты анализа двух образцов биодизеля, полученного из рапсового масла. Известно, что образец А был получен по стандартной методике, а образец Б хранился 6 месяцев в неоптимальных условиях.
Данные ГХ: В образце Б обнаружены пики, соответствующие короткоцепочечным альдегидам и кислотам, которых нет в образце А.
Йодное число: Образец А = 105; Образец Б = 92.
Кислотное число: Образец А = 0.2 мг КОН/г; Образец Б = 1.8 мг КОН/г.

Проанализируйте и интерпретируйте эти результаты. Сформулируйте выводы о химических процессах, которые произошли с образцом Б.

Примерный ответ:
Анализ и интерпретация:
1. Снижение йодного числа (с 105 до 92) указывает на уменьшение числа двойных связей в молекулах эфиров. Это характерно для реакций окисления и полимеризации, в которых непредельные связи являются активными центрами.
2. Резкий рост кислотного числа (с 0.2 до 1.8 мг КОН/г) однозначно свидетельствует о процессе гидролитического расщепления сложноэфирных связей в биодизеле с образованием свободных жирных кислот.
3. Появление короткоцепочечных альдегидов и кислот в хроматограмме является прямым подтверждением окислительной деструкции углеводородных цепей жирных кислот. Непредельные жирные кислоты особенно склонны к автоокислению с разрывом цепей по месту двойных связей, что и приводит к образованию этих низкомолекулярных карбонильных соединений и кислот.

Выводы:
За время хранения образец Б подвергся комплексной деградации, включающей два основных процесса:
Гидролиз: Приводящий к увеличению кислотности и ухудшению топливных свойств.
Окисление: Приводящее к снижению ненасыщенности, полимеризации (что может приводить к образованию осадков) и фрагментации молекул с образованием летучих и агрессивных соединений (альдегиды, кислоты).

Образец Б является некондиционным и непригодным для дальнейшего использования в качестве топлива.

Задание 15. В научной статье описано, что при использовании нового цеолитного катализатора Z-10 в процессе пиролиза сосновой опилки выход ангидросахаров (в т.ч. левоглюкозана) увеличился на 15% по сравнению с некаталитическим процессом, при этом выход уксусной кислоты и фурфурола снизился. Предложите интерпретацию этого результата, основанную на знаниях о химии процессов пиролиза. Сформулируйте гипотезу о механизме действия катализатора.

Примерный ответ:
Подавление вторичных реакций: Микропористая структура цеолита может адсорбировать и стабилизировать молекулы ангидросахаров, защищая их от дальнейшего термического разложения до низкомолекулярных кислородсодержащих соединений (уксусная кислота, глиоксаль) и газов.
Селективность по размерам: Размер пор может быть подобран так, чтобы доступны были только мономеры и олигомеры целлюлозы, но затруднен доступ или выход более крупных молекул, склонных к образованию смол, или, наоборот, ускоряться выход летучих ангидросахаров.

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование, индикаторами достижения которой является.	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники без опасности; 3 • ОПК-2.2 Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик; • ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования

Задание 1. При работе с концентрированной серной кислотой в процессе гидролиза целлюлозы необходимо использовать:
1. Только хлопчатобумажный халат
2. Защитные очки, перчатки и кислотостойкий фартук
3. Респиратор и звукоизолирующие наушники
4. Только перчатки

Ответ:2

Задание 2. Основной целью стадии «нейтрализации» после кислотного гидролиза растительного сырья является:
1. Увеличение скорости реакции
2. Связывание остатков кислоты для прекращения деструкции сахаров и коррозии оборудования
3. Увеличение выхода фурфурола
4. Осаждение лигнина

Ответ: 2

Задание 3. Для измерения оптической плотности окрашенного раствора, полученного при анализе содержания редуцирующих сахаров в гидролизате, используется:
1. Рефрактометр
2. Спектрофотометр
3. Вискозиметр
4. г) Поляриметр

Ответ: 2

Задача 4. Утверждение: «Отработанный тетрагидрофуран (ТГФ), использованный для экстракции липидов, можно выливать в раковину с большим количеством воды».

1. Неверно
2. Верно

Ответ: 1

Задание 5. Утверждение: «При проведении пиролиза древесины в лабораторных условиях можно использовать обычную стеклянную колбу, если, нагрев вести медленно».

1. - Неверно
2. Верно

Ответ: 1

Задание 6. Какие меры безопасности являются обязательными при проведении синтеза биодизеля (трансэтерификации растительного масла) с использованием метанола и щелочного катализатора? (Выберите два или более варианта)

1. Работать под тягой, так как метанол летуч и токсичен
2. Использовать защитные очки и перчатки для предотвращения ожогов от щелочи и спирта
3. Проводить синтез в открытом сосуде для наблюдения за реакцией
4. Нагревать реакционную смесь на открытом пламени

Ответ: 1, 2

Задание 7. Какое оборудование используется для исследования термодеструкции образца лигнина? (Выберите два или более варианта)

1. Дериватограф (ТГА-анализатор)
2. Рефрактометр
3. Дифференциальный сканирующий калориметр (ДСК)
4. Спиртометр

Ответ: 1, 3

Задание 8. Установите соответствие между химическим веществом и основными средствами индивидуальной защиты (СИЗ) при работе с ним:

Химическое вещество	Средства индивидуальной защиты
1. Порошок гидроксида натрия (NaOH)	А. Фартук, перчатки и защитная маска/очки для защиты от пыли
2. Концентрированная соляная кислота (HCl)	Б. Кислотостойкий фартук, перчатки, очки и работа под тягой
3. Фурфурол	В. Перчатки, очки, работа под тягой (вредные пары)
4. Этилацетат	Г. Перчатки, очки, работа под тягой (легколетучий, горючий)

Ответ: 1 - А, 2 - Б, 3 - В, 4 - Г

Задание 9. Установите соответствие между процессом переработки и основным лабораторным оборудованием для его проведения:

Процесс переработки	Лабораторное оборудование
1. Экстракция липидов из масличных семян	А. Сокслетный аппарат
2. Определение элементного состава био-	Б. Элементный анализатор (CHNS-

нефти	анализатор)
3. Фракционная перегонка жидких продуктов пиролиза	В. setup для перегонки с дефлегматором
4. Изучение молекулярной массы компонентов лигнина	Г. Гель-проникающий хроматограф (ГПХ)

Ответ: 1 - А, 2 - Б, 3 - В, 4 - Г

Задание 10. Установите правильную последовательность операций при получении биодизеля в лаборатории:
1. Слив образовавшегося слоя биодизеля (верхний слой)
2. Нагревание и перемешивание смеси при заданной температуре в течение 1-2 часов
3. Тщательное перемешивание метанола с катализатором (NaOH/KOH) для получения метилата
4. Добавление метилата к предварительно нагретому растительному маслу
5. Отстаивание реакционной смеси в делительной воронке для разделения фаз

Ответ: 3, 4, 2, 5, 1

Задание 11. Расположите этапы подготовки пробы лигнина к анализу его функциональных групп методом ИК-Фурье спектроскопии в правильном порядке:
1. Поместить таблетку в держатель спектрофотометра и записать спектр
2. Тщательно измельчить лигнин в агатовой ступке с бромидом калия (KBr)
3. Отобрать точную навеску высушенного лигнина
4. Спектральный чистый KBr прогреть в сушильном шкафу для удаления влаги
5. Спрессовать полученную порошкообразную смесь в вакуумном прессе для получения прозрачной таблетки

Ответ: 4, 3, 2, 5, 1

Задание 12. Какой тип огнетушителя является наиболее предпочтительным для тушения возгорания органических растворителей (например, гексана) в лаборатории?
Ответ: Порошковый или углекислотный (ОУ)

Задание 13. Какой процесс лежит в основе выделения целлюлозы из растительной ткани при получении «беленой целлюлозы»?
Ответ: Делигнификация (или щелочная варка, сульфатная варка)

Задание 14. Вам поручено провести кислотный гидролоз сосновых опилок с использованием 5% раствора серной кислоты (H_2SO_4). Опишите план проведения эксперимента, уделив особое внимание:
а) Подготовке лабораторного оборудования и мерам безопасности.
б) Последовательности операций при проведении синтеза.
в) Правильной утилизации отходов после эксперимента.

Примерный ответ:
План проведения эксперимента:

а) Подготовка и безопасность:
Оборудование: Колба с круглым дном, обратный холодильник, нагревательная плитка с магнитной мешалкой, термометр, средства для фильтрования.
СИЗ: Обязательно надеть защитные очки, кислотостойкие перчатки и фартук. Все работы проводить в вытяжном шкафу.
Реактивы: Заранее приготовить 5% раствор H_2SO_4, осторожно добавляя кислоту в воду (не наоборот!) для избежания разбрызгивания.

б) Последовательность операций:
1. Поместить навеску опилок в колбу с круглым дном.
2. Добавить рассчитанный объем 5% раствора H_2SO_4.
3. Собрать установку: колба -> обратный холодильник (для конденсации паров).
4. Нагревать реакционную смесь при температуре 100-120°C на плитке с магнитной мешалкой в течение заданного времени (например, 2 часа).
5. После завершения реакции охладить колбу до комнатной температуры.
6. Отфильтровать полученный гидролизат для отделения твердого остатка (гидролизного лигнина).
7. Нейтрализовать фильтрат (гидролизат) до pH ~5-6 с помощью карбоната кальция ($CaCO_3$) или гидроксида кальция ($Ca(OH)_2$) для прекращения реакции и подготовки к дальнейшему анализу.

в) Утилизация отходов:
Твердый остаток (лигнин): Собрать в контейнер для твервых химических отходов.
Нейтрализованный раствор: После нейтрализации и проверки pH может быть направлен в специальный сток для жидких отходов, если это разрешено правилами лаборатории.
Остатки кислоты и щелочи: Сливать в одну емкость запрещено. Собирать в отдельные промаркированные емкости для последующей нейтрализации и утилизации.

Задание 15. Вам необходимо исследовать состав жидких продуктов быстрого пиролиза соломы. Предложите методику с использованием серийного научного оборудования (укажите, какое оборудование и в какой последовательности вы будете использовать). Обоснуйте выбор методов и ожидаемую получаемую информацию.

Примерный ответ:
Методика исследования:

Для комплексного анализа состава бионефти из соломы целесообразно использовать комбинацию методов:

1. Газовая хроматография с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ-МС):
Процедура: Проба бионефти предварительно растворяется в подходящем органическом растворителе (например, ацетоне или метаноле). Небольшой объем раствора вводится в инжектор ГХ-МС. Происходит хроматографическое разделение компонентов, каждый из которых идентифицируется по масс-спектру.
Обоснование и информация: Это ключевой метод для качественного и полуколичественного анализалетучих и полулетучих компонентов. Он позволит идентифицировать сотни соединений: кислоты (уксусная), альдегиды и кетоны (фурфурол, гидроксиметилфурфурол), фенолы (продукты распада лигнина), ангидросахара (левоглюкозан в производной форме) и др.

2. Элементный анализ (CHNS-анализатор):
Процедура: Точная навеска бионефти сжигается в потоке кислорода, и образующиеся газы (CO_2, H_2O, SO_2, N_2) количественно определяются.
Обоснование и информация: Метод дает точные данные о содержании углерода, водорода, азота и серы . Это критически важно для оценки теплотворной способности топлива и содержания вредных примесей (сера, азот).

3. Определение влажности по Карлу Фишеру:

Процедура: Проба бионефти титруется в безводной среде специальным реактивом Фишера.

Обоснование и информация: Бионефть гигроскопична и часто содержит значительное количество воды, что влияет на ее коррозионную активность и стабильность при хранении. Этот метод дает точное значение содержания воды .

Ожидаемый результат: Комбинация этих методов позволит получить исчерпывающую характеристику бионефти: ее элементный состав, влагосодержание и детальный химический состав, что необходимо для оценки ее качества и определения направлений последующей модернизации.

ПРИМЕРНЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Тема «Компонентный и химический состав растительного сырья»

Вариант 1

1. Лесосырьевая база современной целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности.
2. Химический состав растительного сырья.
3. Лигнин. Общие сведения. Лигнин как высокомолекулярное соединение.
4. Распространенность, роль в растениях, цветные реакции лигнинов.

Вариант 2

1. Целлюлоза. Общие сведения. Целлюлоза как высокомолекулярное соединение.
2. Химическое строение целлюлозы. Функциональные группы целлюлозы.
3. Функции лигнина в растениях. Химическая структура лигнинов.
4. Основные физические и химические свойства лигнина.

Вариант3

1. Основные физические и химические свойства целлюлозы.
2. Полиморфизм целлюлозы. Целлюлоза I. Целлюлоза II.
3. Основные мономерные предшественники хвойных, лиственных и недревесных лигнинов.
4. Функциональные группы лигнина. Продукты нитробензольного окисления лигнина: ароматические альдегиды.

Вариант 4

1. Надмолекулярная структура целлюлозы. Практическое значение целлюлозы.
2. Микрокристаллическая целлюлоза. Способы получения.
3. Дилигнолы. Модели структуры лигнина.
4. Поливариантность типов связей в макромолекулах лигнина. Малоизмененные и технические лигнины.

ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ

1. Основные принципы получения целлюлозы из древесины: сульфитная, сульфатная, натронная, азотнокислая варки.
2. Химические реакции и растворение лигнина в варочных процессах кислотного и основного характеров, сходство и различие протекающих процессов.
3. Химические реакции лигнина при окислительной делигнификации.
4. Химические превращения полисахаридов в процессах делигнификации. Реакции полисахаридов в кислой и щелочной средах.
5. Стабилизация полисахаридов, блочная деструкция полисахаридов.
6. Способы уменьшения деструкции полисахаридов при щелочных варках. Ферментативная делигнификация древесины.
7. Делигнификация древесины с применением окислителей и восстановителей.
8. Топохимия процессов делигнификации.

9. Гидролиз древесины разбавленными и концентрированными кислотами. Основные реакции полисахаридов в процессе гидролиза.
10. Гидролиз и алкоголиз целлюлозы. Состав и свойства продуктов гидролиза целлюлозы.
11. Основные продукты термораспада древесины, их состав и выход.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Виды и запасы растительного сырья. Лесосырьевая база современной целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности.
2. Использование лигнина в медицине.
3. Использование целлюлозы в медицине.
4. Области практического использования технических лигнинов.
5. Микрокристаллическая целлюлоза. Области практического использования МКЦ.
6. Использование МКЦ в медицине.
7. Использование МКЦ в лабораторной практике.
8. Основные варочные процессы. Сульфатная варка. Сульфитная варка.

ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

1. Строение растительной клетки
2. Химический состав мелассы
3. Что представляют собой углеводы и на какие классы они делятся.
4. Какие функции углеводов в живой клетке.
5. Какими свойствами обладает крахмал.
6. На какие классы делятся моносахариды. Какие функциональные группы они содержат?
7. Какова физиологическая роль клетчатки.
8. Восстанавливающие дисахариды.
9. Инвертный сахар.
10. Прямая биоконверсия.
11. Взаимодействие предприятий пищевой промышленности и окружающей среды.
12. Оценка качества сточных вод и осадков.
13. Научные основы производства различных видов вино-коньячной продукции.
14. Применение ферментных препаратов при производстве напитков из растительного сырья.
15. Основные виды ферментов. Механизм их образования.
16. Технология солодоращения.

ТИПОВОЙ СЦЕНАРИЙ ПРОВЕДЕНИЯ ДЕЛОВОЙ И/ИЛИ РОЛЕВОЙ ИГРЫ

Тема: «Инновационные способы переработки сырья растительного происхождения»

Проведение деловой игры предусмотрено на практическом занятии по теме: «Производство биотоплива».

Сценарий занятия:

1. Группа разбивается на две команды.
2. Каждая команда должна обосновать варианты ответов на поставленные вопросы.

Вопросы для обсуждения:

1. Охарактеризовать биотопливо с экономической точки зрения
2. Охарактеризовать сырье для производства биотоплива
3. Предложить схему производства биотоплива
4. Предложить варианты диверсификация энергоснабжения.

5. Предложить варианты биоконверсии растительного масла в биологическое дизельное топливо.
6. Охарактеризовать современное состояние и анализ эффективности предприятий занимающихся биоконверсией растительного сырья.
7. охарактеризовать концепцию государственной политики в области развития биоконверсии растительного сырья.

ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Форма отчета. Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, схемы приборов, расчеты, таблицу, графики зависимости, вывод. К лабораторной работе должны быть разобраны вопросы к занятию.

Тема: Определение влажности древесины высушиванием.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит особенность сушки древесины?
2. Что означает понятие «постоянная масса образца»?
3. Как рассчитать коэффициент сухости древесины?

Тема: Определение содержания лигнина с 72%-ной серной кислотой в модификации Комарова

Контрольные вопросы

1. Что представляет из себя лигнин, как составная часть древесины?
2. На чем основаны методы определения содержания лигнина?
3. От чего зависит точность результатов определения?
4. Какова последовательность операций при определении содержания лигнина?

Тема: Определение холоцеллюлозы с перуксусной кислотой

Контрольные вопросы

1. Что входит в состав холоцеллюлозы?
2. Начем основаны методы выделения холоцеллюлозы?
3. На чем основан метод выделения холоцеллюлозы перуксусной кислотой?
4. Какова методика выполнения работы?
5. В чем состоят особенности сушки холоцеллюлозы?

Тема: Определение карбоксильных групп в целлюлозе фотоколориметрическим методом по Веберу

Контрольные вопросы

1. Сколько видов карбоксильных групп в целлюлозе?
2. На чем основаны методы определения карбоксильных групп?
3. На чем основан метод определения COOH-групп по Веберу.
4. Каковы основные операции методики определения COOH-групп по Веберу.

Тема: Определение массовой доли экстративных веществ (смол и жиров) в древесине.

Контрольные вопросы

1. Какие вещества экстрагируются органическими растворителями?
2. Каковы особенности экстрагирования органическими растворителями, требования к растворителям, их основные характеристики?
3. Как устроен аппарат Сокслета?
4. Какова методика экстрагирования?

Тема: Определение медного числа целлюлозы.

Контрольные вопросы

1. Что такое медное число целлюлозы?
2. С какой целью используется данный метод?
3. Сущность определения медного числа целлюлозы.
4. Что такое реактив Фелинга?

Тема: Определение содержания альфа-целлюлозы.

Контрольные вопросы

1. Что такое альфа-целлюлоза?
2. Как определяют альфа-целлюлозу?

Тема: Определение целлюлозы азотно-спиртовым методом (методом Кюршнера)

Контрольные вопросы

1. Что такое целлюлоза по Кюршнеру?
2. Какими методами определяют содержание целлюлозы в древесине?
3. На чем основан азотно-спиртовой метод определения содержания целлюлозы?
4. Каковы преимущества азотно-спиртового метода?
5. Какова методика определения содержания целлюлозы?

Тема: Карбоксиметилирование целлюлозосодержащих растительных материалов суспензионным способом

Контрольные вопросы

1. Что такое простые эфиры целлюлозы (привести примеры)?
2. Какими методами получают простые эфиры?
3. Как получают КМЦ?

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Целлюлоза. Структурно-химическая характеристика. Основные физические и химические свойства. Полиморфные модификации целлюлозы.
2. Методы исследования целлюлозы. Лигно-углеводный комплекс.
3. Лигнин. Структурно-химическая характеристика. Уровни структурной организации.
4. Химическая структура лигнинов. Фенилпропановая единица (ФПЕ). Основные мономерные предшественники хвойных, лиственных и недревесных лигнинов. Кониферилoвый, синаповый и *n*-кумаровый (*n*-оксикоричный) спирты.
5. Гваяцильные и гваяцилсирингильные лигнины. Функциональные группы лигнина (метоксилы; гидроксилы фенольные и алифатические, карбоксилы, a-, b-, g-карбонилы).
6. Поливариантность типов связей в макромолекулах лигнина (алкил-арилэфирные, арил-арильные, алкил-алкильные связи). Резонансные процессы, мезомерные формы мономерных феноксильных радикалов.
7. Основные физические и химические свойства лигнина. Структурные единицы. Основные типы связей. Функциональные группы.
8. Современные методы исследования структуры лигнина.
9. Химические процессы и продукты безотходной переработки древесины в высокомолекулярные продукты.
10. Основные области практического применения целлюлозы и лигнина.

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в

сфере образования www.i-exam.ru»;

- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий.

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкции о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все обучающиеся учатся в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

9.1 Литература

1. Антипова, Л. В. Основы биотехнологии переработки сельскохозяйственной продукции : учебное пособие для вузов / Л. В. Антипова, О. П. Дворянинова ; под научной редакцией Л. В. Антиповой. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 204 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-12435-4. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/493603

2. Бурачевский, И. И. Химия и технология переработки плодово-ягодного сырья : учебное пособие для вузов / И. И. Бурачевский, Р. А. Зайнуллин, Р. В. Кунакова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 402 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-12893-2. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/495915

3. Годовалов, Г. А. Недревесная продукция леса : учебник для вузов / Г. А. Годовалов, С. В. Залесов, А. С. Коростелев. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 351 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07162-7. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/474072

4. Оборудование перерабатывающих производств. Растительное сырье : учебник для вузов / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, С. В. Байкин, О. Н. Кухарев ; под общей редакци-

ей А. А. Курочкина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 446 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07630-1. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/491915

9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. Портал научной электронной библиотеки http://elibrary.ru/defaultx.asp

9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник https://polpred.com/news
2. ЭБС «Юрайт» https://urait.ru

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютерами с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (карты, таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения практических занятий также используется:

Ауд. 219 «А» Лаборатория химической технологии

- Стол письменный2-мест. (12 шт.)
- Стул (24 шт.)
- Стол преподавателя (1 шт.)
- Стул преподавателя (1 шт.)
- Пюпитр (1 шт.)
- Аудиторная доска (1 шт.)
- Компьютер с установленным лицензионным программным обеспечением (3 шт.)
- 8 - портовый коммутатор D-Link для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ (1 шт.
- Мультимедийный проектор (1 шт.)
- Принтер лазерный (2 шт.)
- Экспозиционный экран (навесной) (1 шт.)
- Весы GF-300 (1 шт.)
- Весы торсионные ВТ-100 (1 шт.)
- Вискозиметр (4 шт.)
- Иономер (3 шт.)
- Кондуктометр анион-4120 (3 шт.)
- КФК-2 (1 шт.)
- Люксмер (1 шт.)
- Мешалка магнитная П-Э-6100 (2 шт.)
- Модуль «Термический анализ» (3 шт.)
- Модуль «Термостат» (3 шт.)
- Модуль «Универсальный контроллёр» (3 шт.)
- Модуль «Электрохимия» (3 шт.)
- Модуль универсальный (6 шт.)
- Набор сит КП-131(1 шт.)
- Поляриметр (1 шт.)
- Потенциометр (1 шт.)
- Центрифуга лабораторная ОПН-8 (с ротором) (1 шт.)

- Штатив для электродов (2 шт.)
- Эксикатор с краном (1 шт.)
- Модуль «Общелабораторный» (1 шт.)
- Спектрофотометр (1 шт.)
- Спектрофотометр КФК-3КМ (1 шт.)
- Комплект ариометров (1 шт.)
- Метроном (1 шт.)
- Мост реохордный с сосудом
- Термостат ТС-1/80 СПУ (1 шт.)
- Штативы для пробирок, нагревательные приборы
- Химические реактивы по тематике практических работ
- Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Химическая переработка растительного сырья»

Ауд. 118 «А». Лаборатория естественнонаучной направленности педагогического технопарка «Кванториум» им. С.В. Ланкина

- Микроскоп биологический Микромед 1
- Лупы ручные
- Цифровая лаборатория по химии для учителя STEM
- Цифровая лаборатория по экологии для реализации сети школьного экологического мониторинга STEM
- Робототехнический комплекс НАУРОБО «Умная теплица»
- Микролаборатория для химического эксперимента
- Столик подъемный
- Набор реактивов для ГИА по химии
- Прибор для получения галоидоалканов и сложных эфиров
- Пчелка-У/хим мини-экспресс лаборатория учебная
- КПЭ комплект-практикум экологический
- Учебно-лабораторный комплекс «Химия в школе»
- Наконечники
- Бюретка 25 мл.
- Биологическая микролаборатория и т.д.

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft office, Libreoffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.д.

Разработчик: Лаврентьева С.И., кандидат биологических наук, доцент кафедры химии.

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2026/2027 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026/2027 уч. г. на заседании кафедры химии (протокол № 8 от 28 мая 2026 г.).