

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 18.09.2025 08:26:20
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39a5d1c1e910145913d0ca857f657d089

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)**

Кафедра фундаментальной химии и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
« 18 » 09 2025 г.



СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ. Тема 3

Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям и выполнению самостоятельной работы для обучающихся, осваивающих ОПОП ВО – программы магистратуры, реализуемые по модели «перевернутого обучения»

Курск – 2025

УДК 543

Составитель: А.В. Лысенко

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент Н.В. Кувардин

Способы утилизации и переработки отходов химических производств. Тема 3: методические указания по подготовке к лабораторным занятиям и выполнению самостоятельной работы для обучающихся, осваивающих ОПОП ВО – программы магистратуры, реализуемые по модели «перевернутого обучения» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.В. Лысенко. – Курск, 2025. –78с.: – Библиогр.: с. 73.

Методические указания структурированы по темам дисциплины, знакомят обучающихся с алгоритмом, применяемым при реализации ОПОП ВО по модели «перевернутого обучения»; содержанием самостоятельной работы обучающихся по освоению каждой темы дисциплины и планом проведения каждого лабораторного занятия; включают вопросы и задания, предлагаемые обучающимся для самостоятельной внеаудиторной и аудиторной работы.

Предназначены для обучающихся по очной форме обучения по ОПОП ВО – программа магистратуры, реализуемым по модели «перевернутого обучения», осваивающих дисциплину «Способы утилизации и переработки отходов химических производств».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 21.08.25. Формат 60x841/16.

Усл. печ. л. 4,53. Уч.-изд. л. 4,11.

Тираж 100 экз. Заказ 888 Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

ТЕМА № 3
ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ: КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОБРАЩЕНИЮ, УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

I. ДИСТАНЦИОННАЯ ЧАСТЬ

*Задания, выполняемые до начала
 первого лабораторного занятия по теме №3*

1. Внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа обучающихся по освоению основных положений темы № 3: предварительное (до начала первого или лабораторного) занятия по теме) самостоятельное изучение теоретического учебного контента по новой теме дисциплины, разработанного преподавателем и представленного в цифровом формате на портале do.swsu.ru

1.1 Ознакомьтесь с **инструкцией** о порядке организации самостоятельной работы по изучению данной темы и следуйте ей.

1.2. Прочитайте **перечень основных теоретических вопросов**, которые необходимо самостоятельно освоить, и **текст с изложением указанных вопросов**.

1.3 Работая с текстом, вносите по мере чтения необходимые записи в **опорный конспект**, который поможет вам запомнить главное (вы можете скачать его прямо отсюда).

Опорный конспект по теме №3 «Интегрированная система управления отходами: комплексный подход к обращению, утилизации и обезвреживанию техногенных отходов химических производств»

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1.1 Впишите пропущенные слова:

а) Интегрированная система управления отходами =
 _____ + _____ + _____.

б) Техногенные отходы – это _____.

в) Коагуляционная очистка – процесс _____.

г) Флокуляция – это _____.

1.2 Заполните пропуски в схеме очистки сточных вод:

Сырье → ____ → Коагуляция → ____ → Фильтрация → ____ →
Очищенная вода

1.3 Укажите основные этапы переработки кожевенных отходов:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

1.4 Укажите возможные продукты переработки:

Из бересты → _____

Из кожевенных отходов → _____

Из древесной биомассы → _____

1.5 Допишите соответствие между процессами и их описанием:

Коагуляционная очистка → _____

Модификация осадков → _____

Сорбционная очистка → _____

Биоконверсия → _____

1.6 Укажите основные параметры процессов:

Кинетические характеристики: _____

Реологические параметры: _____

Сорбционные показатели: _____

1.7 Запишите определения ключевых терминов:

Коагуляция – _____.

Флокуляция – _____.

Сорбция – _____.

Биоконверсия _____.

1.8 Вставьте пропущенные методы анализа:

Химический анализ → _____

Физический анализ → _____

Биохимический анализ → _____

2. СРАВНИТЬ И ПРОАНАЛИЗИРОВАТЬ

2.1 Проведите сравнительную характеристику процессов:

Критерий	Очистка сточных вод	Переработка отходов	Биоконверсия
Основной механизм			
Целевой продукт			
Энергозатраты			

Критерий	Очистка сточных вод	Переработка отходов	Биоконверсия
Экологический эффект			
Временной фактор			

2.2 Заполните таблицу по оценке воздействия на окружающую среду:

Процесс	Положительное влияние	Отрицательное влияние
Очистка сточных вод		
Переработка отходов		
Биоконверсия		

2.3 Провести сравнительный анализ процессов очистки сточных вод

Этап очистки	Метод	Описание процесса	Преимущества	Недостатки	Область применения
Механическая очистка	Фильтрация через решетки				
	Отстаивание				
	Удаление примесей				
Биологическая очистка	Аэробные процессы				
	Анаэробные процессы				
	Активный ил				
	Биофильтры				
Физико-химическая очистка	Коагуляция				
	Флотация				
	Сорбция				
	Нейтрализация				
Дезинфекция	УФ-облучение				
	Хлорирование				

2.4 Провести сравнительный анализ методов переработки отходов:

Метод переработки	Подметод	Описание процесса	Преимущества	Недостатки	Область применения
Механические методы	Измельчение				
	Сортировка				
	Прессование				
Химические методы	Нейтрализация				
	Окислительная обработка				
	Экстракция				
Термические методы	Сжигание				
	Пиролиз				
	Газификация				
Биологические методы	Компостирование				
	Метановое брожение				
	Биодеградация				

2.5 Провести сравнительный анализ разных направлений конверсии отходов:

Направление	Процесс	Исходные материалы	Конечные продукты	Условия процесса	Преимущества	Ограничения
Микробиологическая конверсия	Метаногенез					
	Ферментация					
	Биодеградация					
Биотехнологическая переработка	Получение биогаза					
	Производство					

Направление	Процесс	Исходные материалы	Конечные продукты	Условия процесса	Преимущества	Ограничения
	биомассы					
	Синтез метаболитов					
Биохимическая трансформация	Окисление					
	Восстановление металлов					
	Деструкция токсинов					

2.6 Составьте:

1. Технологическую схему очистки жиросодержащих сточных вод
2. Схему процесса биоконверсии древесной биомассы
3. Блок-схему последовательности операций при получении бетулина
4. Блок-схему процесса микробиологической конверсии

3. РЕФЛЕКСИЯ

Сформулируйте кратко вывод, который Вы сделали лично для себя после чтения текста по теме №3:

ВЫВОД ЛИЧНО ДЛЯ СЕБЯ: Главный принцип интегрированной системы управления отходами: _____.

Наиболее эффективный метод очистки: _____.

Перспективное направление переработки: _____.

1.4 Посмотрите **мультимедийную презентацию** по теме №3 перед чтением текста.

Обратите внимание на основные технологические схемы переработки отходов и экологические аспекты утилизации.

1.5 Посмотрите **видеоролики** по теме №3 в ходе чтения текста (параллельно с ним): «Вторичная переработка отходов: от цветного бачка до товара на полке», «Химические методы Очистки сточных вод: Окисление, Нейтрализация, Восстановление, Коагуляция», «Коагуляция (Коллоидная химия)» «Флокуляции и коагуляции», «Высокотемпературный пиролиз - органические отходы в горючий газ», «Компостирование органических отходов», «Утилизация и переработка органических отходов сельского хозяйства и животноводства», «Химическое загрязнение биосферы - 9. Утилизация отходов».

Обратите внимание на основные методы утилизации, способы обработки конкретных отходов и практические способы реализации методов утилизации.

1.6 Перескажите изученный теоретический материал по вопросам, указанным в инструкции, и опорному конспекту. Воспользуйтесь также следующими **вопросами для самоконтроля**:

1. Как влияет скорость перемешивания на кинетику процесса коагуляции в различных температурных режимах?

2. Какие методы определения вязкости системы наиболее точны при коагуляционной очистке?

3. Какие факторы влияют на скорость образования хлопьев в процессе коагуляции?

4. Каковы основные механизмы взаимодействия флокулирующих агентов с частицами осадка?

5. Как влияет pH среды на эффективность органических флокулянтов?

6. Какие методы кондиционирования осадков наиболее эффективны при различных типах загрязнений?

7. Какие факторы определяют адсорбционную активность гидролизного лигнина?

8. Как влияет степень модификации лигнина на его сорбционные свойства?

9. Как влияет молекулярная масса лигнина на его адсорбционные свойства?

10. Какие микроорганизмы наиболее эффективны для биоконверсии древесной биомассы?

11. В чем заключается механизм ферментативной деструкции древесных компонентов?

12. Как влияет температура экстракции на качество получаемого продукта?

13. Как влияет степень измельчения бересты на эффективность экстракции?

14. Какие факторы определяют качество белковых связующих материалов?

15. В чем заключается механизм формирования структуры белковых связующих?

1.7 Возьмите с собой на лабораторное занятие свой **опорный конспект** по теме № 2.

1.8 Выполните **входное тестирование** по теме № 3.

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 3:

1. Какой фактор не влияет на скорость коагуляции сточных вод?

- | | |
|----------------------------|-------------------|
| а) Температура раствора | б) рН среды |
| в) Концентрация коагулянта | г) Цветность воды |

2. Какой реагент не является флокулянтom органического происхождения?

- | | |
|---------------------|--------------------|
| а) Полиакриламид | б) Полиоксиэтилен |
| в) Сульфат алюминия | г) Полиэлектролиты |

3. При каком значении рН достигается максимальная адсорбционная активность лигнина?

- | | | | | |
|----------|----------|----------|--------|----------|
| а) 2-3,5 | б) 4,5-6 | в) 6-7,5 | г) 8-9 | д) 10-11 |
|----------|----------|----------|--------|----------|

4. Впишите пропущенное слово: Процесс укрупнения взвешенных частиц в результате их слипания под действием сил сцепления называется _____.

5. Дополните утверждение: Эффективность извлечения бетулина из бересты зависит от _____ и _____ экстрагента.

6. Вставьте пропущенное значение: Оптимальная дозировка коагулянта для очистки промышленных стоков составляет _____ мг/л.

7. Установите правильную последовательность этапов коагуляционной очистки:

1. Фильтрация
2. Смешивание с коагулянтom

3. Флокуляция
4. Отстаивание
5. Дозирование реагентов

а) 52314 б) 52341 в) 32145 г) 31245

8. Расположите флокулянты по возрастанию их эффективности:

1. Полиакриламид
2. Полиоксиэтилен
3. Поливиниловый спирт
4. Смешанные полиэлектролиты

а) 1234 б) 2314 в) 4321 г) 3214

9. Соотнесите тип отходов с получаемым продуктом:

1	Кожевенные отходы	А	Флокулянты
2	Древесные отходы	Б	Бетулин
3	Береста	В	Белковые связующие
4	Техногенные осадки	Г	Лигнин

а) 1А2В3Г4Б б) 1В2Г3Б4А в) 1Б2А3В4Г г) 1Г2А3Б4В

10. Установите соответствие между параметром и методом его определения:

1	Влажность	А	Титрование
2	рН среды	Б	Гравиметрия
3	Вязкость	В	Сорбционные измерения
4	Адсорбционная активность	Г	Вискозиметрия

а) 1А2Б3В4Г б) 1В2А3Г4Б в) 1Г2А3Б4В г) 1Б2А3Г4В

11. При какой комбинации параметров достигается максимальная эффективность коагуляции при очистке техногенных стоков?

а) рН 6,5-7,5, температура 20-25°C, дозировка коагулянта 20-30 мг/л

б) рН 4,5-5,5, температура 30-35°C, дозировка коагулянта 40-50 мг/л

в) рН 8,0-9,0, температура 15-20°C, дозировка коагулянта 10-20 мг/л

г) рН 7,0-8,0, температура 25-30°C, дозировка коагулянта 30-40 мг/л

12. Какие параметры необходимо контролировать при синтезе гидролизного лигнина?

а) рН и температуру

- б) Время реакции и скорость перемешивания
- в) Концентрацию реагентов
- г) Все вышеперечисленные параметры

13. Установите последовательность оптимизации процесса коагуляционной очистки, включающий:

1. Документирование результатов
2. Подготовку пробы
3. Оценка эффективности процесса
4. Определение дозы реагента
5. Корректировка процесса
6. Выбор коагулянта
7. Контроль параметров процесса

- а) 2647351 б) 6247513
- в) 2347156 г) 2645713

14. Какой показатель реологических свойств наиболее важен при оценке эффективности флокуляции?

- а) Динамическая вязкость б) Кинематическая вязкость
- в) Условная вязкость г) Относительная вязкость

15. Определите правильную комбинацию:

1	Активный ил	А	Химическая модификация
2	Гидролизный лигнин	Б	Термическая обработка
3	Кожевенные отходы	В	Биохимическая обработка
4	Древесные отходы	Г	Механическая обработка

- а) 1В2Б3А4Г б) 1В2А3Б4Г в) 1А2В3Г4Б г) 1Б2А3Г4В

II. АУДИТОРНАЯ ЧАСТЬ

Лабораторное занятие №2

«Оптимизация процесса коагуляционной очистки техногенных сточных вод: исследование кинетических параметров и реологических характеристик»

Цель лабораторного занятия – приобретение обучающимися лабораторного опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы №3, в производственных ситуациях.

Планируемые результаты обучения:

Знать:

принципы планирования научно-исследовательской работы;

принципы работы современного технологического оборудования;

параметры контроля технологических режимов, требования к качеству получаемой продукции, факторы, влияющие на ход технологического процесса;

теоретические основы экспериментальных исследований, современные методы обработки экспериментальных данных;

принципы оптимизации производственных процессов, методы оценки качества и надежности продукции, критерии выбора оптимальных технологических параметров, способы

Уметь:

составлять программы научных исследований;

применять методики контроля работы оборудования;

контролировать параметры процесса, корректировать режимы работы, оценивать качество получаемых результатов, выявлять отклонения от нормы, принимать решения по оптимизации процесса;

оценивать точность и достоверность результатов, интерпретировать полученные результаты, выявлять закономерности в данных, формулировать выводы на основе анализа, представлять результаты в наглядной форме;

определять оптимальные условия производства, разрабатывать предложения по оптимизации процессов, выбирать

Иметь опыт деятельности:

оценки актуальности научных проблем;

представления результатов научных исследований;

выявления и устранения неисправностей;

контроля параметров производства, корректировки режимов работы, оценки качества продукции, выявления и устранения отклонений;

проведения экспериментальных исследований, обработки и анализа полученных данных, интерпретации результатов экспериментов, формулирования выводов;

определения оптимальных параметров производства, оценки эффективности технологических решений, разработки предложений

Знать:	Уметь:	Иметь опыт деятельности:
повышения эффективности производственных процессов	оптимальные технологические режимы	по оптимизации, внедрения улучшений в производственные процессы

Необходимое материально-техническое оборудование: мерная колба на 100 мл, спектрофотометр (с длиной волны $\lambda = 430$ нм), кюветы длиной 10 мм, пипетки с делениями на 1 и 2 мл, конические колбы на 100 мл, стеклянные воронки, фильтровальная бумага (белая лента), стеклянные палочки с резиновыми наконечниками, мерные цилиндры на 250 мл – 10 шт, дистиллированная вода, сульфат алюминия 10%, считая на $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, анализируемая сточная вода сульфатного лигнина, гидроксид натрия 1Н, серная кислота 1Н, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТИЯ №2

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №3 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме №3.
3. Выполнение обучающимися лабораторных заданий.
4. Проверка лабораторных заданий, выполненных обучающимися.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №3 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме №3

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

8. Сопоставьте типы флокулянтов с их свойствами:

А	Полиакриламид	1	относится к группе флокулянтов наряду с крахмалом и их производными
		2	является неионным флокулянтом, который не диссоциирует в воде
Б	Целлюлоза	3	высокая молекулярная масса
		4	относится к органическим флокулянтам природного происхождения
В	Полиэтиленоксид	5	является одним из наиболее часто применяемых флокулянтов в промышленности
		6	нетоксичносичен

а) А12Б34В56 б) А23Б14В56 в) А23Б14В56 г) А35Б14В26

9. Какой фактор влияет на эффективность коагулирования?

- а) Температура воды б) Доза коагулянта
в) Значение рН г) Все перечисленные

10. Напишите формулу для расчета дозы коагулянта для мутных вод.

11. Расположите этапы очистки воды с использованием коагулянтов в правильной последовательности:

1. Образование хлопьев
2. Осаждение
3. Фильтрация
4. Смешивание с коагулянтом

а) 4213 б) 3412 в) 4312 г) 4123

12. Что является основным процессом при коагулировании?

- а) Агрегация частиц примесей в крупные хлопья
б) Фильтрация воды через мембраны
в) Озонирование воды
г) Дистилляция жидкости

13. Соотнесите коагулянты и их характеристики:

1	Сульфат алюминия	А	Способность к окислению-восстановлению
2	Хлорное железо	Б	Высокая эффективность при низких температурах
3	Гидрохлорид алюминия	В	Высокое содержание алюминия

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее лабораторное задание.

На станции №3 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном лабораторном занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 45 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого лабораторного задания.

В течение лабораторного занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все лабораторные задания.

Вопросы для работы на станции №1 с преподавателем (по содержанию темы №3, изученному дома самостоятельно)

1. Какие основные факторы определяют эффективность процесса коагуляции?

2. В каких случаях применение коагуляции является наиболее целесообразным?

3. Какие типы загрязнений эффективно удаляются методом коагуляции?

4. Каковы преимущества комбинированного использования коагулянтов и флокулянтов?

5. Как влияет сезонность на эффективность коагуляционной очистки?

6. Как определить оптимальную дозу коагулянта для конкретного типа сточных вод?

7. Какое влияние оказывает рН среды на процесс коагуляции?

8. Какова роль температуры воды в процессе коагуляции?

9. Как влияет интенсивность перемешивания на эффективность коагуляции?

10. Какие методы контроля оптимальных условий коагуляции существуют?

11. Как организовать процесс дозирования реагентов в технологической схеме?

12. Как влияет предварительная обработка воды на эффективность коагуляции?

13. Какие методы оптимизации процесса коагуляции существуют?

14. Какие методы используются для измерения реологических характеристик?

15. Как влияет концентрация примесей на кинетику коагуляции?

Лабораторное задание для станции №2 (общее)

Определение дозы коагулянта

На спектрофотометре измеряется оптическая плотность сточной воды.

По калибровочной кривой определяется цветность, соответствующая полученному значению оптической плотности ($D_{исх}$).

Если значение оптической плотности исследуемой воды выходит за пределы калибровочной кривой, то проводится разбавление пробы дистиллированной водой и повторное измерение оптической плотности.

Цветность разбавленной пробы умножается на кратность разбавления.

Проводится расчет дозы коагулянта для цветных сточных вод по $Al_2(SO_4)_3$:

$$D_k = 4\sqrt{C_{исх}},$$

Доза переводится на $Al_2(SO_4)_3 \times 18H_2O$

$$D'_k = D_k \frac{111}{57},$$

где 111 и 57 эквивалентные массы, соответственно, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Рассчитывается количество коагулянта, мл:

$$V = \frac{D'_k \times V_{\text{ц}}}{C_k},$$

где $V_{\text{ц}}$ – объем очищаемой воды (объем цилиндра), л;

C_k – концентрация раствора коагулянта, 100 мг/мл.

После расчета объем V согласовывают с преподавателем или учебным инженером.

Лабораторное задание для станции №3 (индивидуальные) Определение оптимальных условий коагулирования

Работа состоит из 5 серий (определиться с вариантом заранее), в каждой серии по 5 цилиндров. В цилиндры помещают по 250 мл анализируемой сточной воды. В каждой серии цилиндров создают различные значения pH (приливают 1Н H_2SO_4 или 1Н NaOH по таблице 1 и вводят соответствующий объем коагулянта V . Содержимое цилиндров перемешивают чистыми стеклянными палочками в течение 2 мин. Через 20 мин. проводят измерения объема осадка (a_i , мл), оптической плотности раствора (D_i) и pH, данные заносятся в таблицу 1.

Таблица 1 – Данные к лабораторному заданию №3

№1	№2	№3	№4	№5
1 мл 1 Н H_2SO_4	0,5 мл 1 Н H_2SO_4	0 мл 1 Н H_2SO_4	0,5 мл 1 Н NaOH	1 мл 1 Н NaOH
1-я серия $V_1 = V$				
2-я серия $V_2 = 0,5V$				
3-я серия $V_3 = 1,5V$				
4-я серия $V_4 = 2V$				
5-я серия $V_4 = 2,5V$				

При низкой скорости осаждения образовавшихся хлопьев оптическую плотность пробы определяют после ее фильтрации через бумажный фильтр. Далее определяют эффективность очистки для каждой серии.

Содержимое цилиндров перемешивают чистыми стеклянными палочками в течение 2 мин. Через 20 мин. проводят измерения объема осадка (a_i , мл), оптической плотности раствора (D_i) и рН, данные заносятся в таблицу 2. При низкой скорости осаждения образовавшихся хлопьев оптическую плотность пробы определяют после ее фильтрации через бумажный фильтр. Далее определяют эффективность очистки для каждой пробы по формуле:

$$\mathcal{E}_i = \frac{D_{\text{исх}} - D_i}{D_{\text{исх}}} \times 100 \%$$

Полученные результаты представляются в виде таблицы 2 и в виде графика $\mathcal{E}=f(\text{pH})$, представляющего собой зависимость эффективности осветления (ось ординат) от рН (ось абсцисс). Для каждой серии проб строится своя кривая. Все кривые строятся на одном графике и надписываются дозы.

Таблица 2 – Результаты определения эффективности очистки

Серия 1 Доза = , $V_1=V=$					
Параметр	1	2	3	4	5
a_i , мл					
D					
рН					
\mathcal{E} , %					
Серия 2 Доза = , $V_2=0,5V=$					
Параметр	1	2	3	4	5
a, мл					
D					
рН					
\mathcal{E} , %					
Серия 3 Доза = , $V_3=1,5V=$					
Параметр	1	2	3	4	5
a, мл					

D					
pH					
Э, %					
Серия 4 Доза = , $V_4=2V=$					
Параметр	1	2	3	4	5
а, мл					
D					
pH					
Э, %					
Серия 5 Доза = , $V_5=2,5V=$					
Параметр	1	2	3	4	5
а, мл					
D					
pH					
Э, %					

На основании построенного графика строится зависимость эффективности осветления от дозы коагулянта $\text{Э}=f(\text{Д})$ при постоянном значении pH (5; 6 или 7). В конце работы определяются оптимальная доза коагулянта и диапазон pH.

4. Проверка лабораторных заданий, выполненных обучающимися

Защита лабораторных заданий

Каждая группа озвучивает свои результаты лабораторного задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

Лабораторное занятие №3

«Модификация и кондиционирование техногенных осадков:
исследование эффективности флокулирующих агентов органического происхождения»

Цель лабораторного занятия – приобретение обучающимися лабораторного опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы №3, в производственных ситуациях.

Планируемые результаты обучения:

Знать:

принципы планирования научно-исследовательской работы;

принципы работы современного технологического оборудования;

параметры контроля технологических режимов, требования к качеству получаемой продукции, факторы, влияющие на ход технологического процесса;

теоретические основы экспериментальных исследований, современные методы обработки экспериментальных данных;

принципы оптимизации производственных процессов, методы оценки качества и надежности продукции, критерии выбора оптимальных технологических параметров, способы

Уметь:

составлять программы научных исследований;

применять методики контроля работы оборудования;

контролировать параметры процесса, корректировать режимы работы, оценивать качество получаемых результатов, выявлять отклонения от нормы, принимать решения по оптимизации процесса;

оценивать точность и достоверность результатов, интерпретировать полученные результаты, выявлять закономерности в данных, формулировать выводы на основе анализа, представлять результаты в наглядной форме;

определять оптимальные условия производства, разрабатывать предложения по оптимизации процессов, выбирать

Иметь опыт деятельности:

оценки актуальности научных проблем;

представления результатов научных исследований;

выявления и устранения неисправностей;

контроля параметров производства, корректировки режимов работы, оценки качества продукции, выявления и устранения отклонений;

проведения экспериментальных исследований, обработки и анализа полученных данных, интерпретации результатов экспериментов, формулирования выводов;

определения оптимальных параметров производства, оценки эффективности технологических решений, разработки предложений

Знать:

повышения эффективности производственных процессов

Уметь:

оптимальные технологические режимы

Иметь опыт**деятельности:**

по оптимизации, внедрения улучшений в производственные процессы

Необходимое материально-техническое оборудование: жидкие отходы производства с содержанием NaF – 4 г/дм³, раствор хлорида кальция – 10%, раствор полиакриламида – 1%, градуированные пробирки для измерения скорости осаждения, химический стакан объемом 300 мл, мерный цилиндр на 100 мл, пипетка на 1 мл, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТИЯ №3

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №3 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме №3.
3. Выполнение обучающимися лабораторных заданий.
4. Проверка лабораторных заданий, выполненных обучающимися.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №3 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме №3

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме №3

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме №3:

1. Что такое флокулянты?

2. Соотнесите тип флокулянта и его характеристику:

1	Полиакриламид	А	Природный, нетоксичный
2	Целлюлоза	Б	Синтетический, высокая молекулярная масса
3	Гуаровая смола	В	Синтетический, экономичный

а) 1В2А3Б б) 1А2В3Б в) 1Б2В3А г) 1Б2А3В

3. Укажите дозу флокулянта для воды с содержанием взвешенных веществ 120 мг/л, если используется гидроксохлорид алюминия с эквивалентной массой 57 мг-экв/моль, а доза флокулянта составляет 15% от дозы коагулянта.

а) 1,4 мг/л б) 2,7 мг/л в) 5,4 мг/л г) 3,8 мг/л

4. Установите соответствие между типом флокулянта и его химической формулой:

1	Полиакриламид	А	$(-CH_2-CH_2-NH-)_n$
2	Полиэтиленимин	Б	$[-CH_2-CH(OH)-]_n$
3	Поливиниловый спирт	В	$(-CH_2-CH_2-O-)_n$
4	Полиэтиленоксид	Г	$[-CH_2-CH(CONH_2)-]_n$

а) 1А2Б3В4Г б) 1Г2А3В4Б в) 1Г2А3Б4В г) 1А2Г3В4Б

5. Установите соответствие между типом флокулянта и его применением:

1	Природные флокулянты	А	Универсальное применение
2	Синтетические анионные	Б	Очистка промышленных стоков
3	Катионные флокулянты	В	Водоподготовка питьевой воды
4	Неионные флокулянты	Г	Обработка осадков

а) 1А2В3Б4Г б) 1В2Б3Г4А в) 1Г2В3Б4А г) 1В2А3Г4Б

6. Какой тип флокулянтов наиболее эффективен для осадков с высоким содержанием органических загрязнений (зольность 25-50%)?

а) Катионные б) Анионные в) Неионные г) Смешанные

7. При какой зольности осадков рекомендуется применять смесь катионных и анионных флокулянтов?

а) Менее 25% б) 25-50% в) Более 50% г) Не имеет значения

8. Какой основной недостаток минеральных коагулянтов при кондиционировании осадков?

а) Высокая стоимость
б) Сложность транспортировки

- в) Коррозионная активность
 г) Все вышеперечисленное
9. Для каких осадков оптимально применение анионных флокулянтов?
- а) Органических б) Минерализованных
 в) Смешанных г) Всех типов
10. Какой показатель осадков влияет на выбор типа флокулянта?
- а) Влажность б) Зольность в) Плотность г) Цветность
11. Дополните: «При обработке осадков сточных вод аккумуляторных заводов применяется синтетический флокулянт – _____».
12. Назовите основной механизм действия флокулянтов при кондиционировании осадков.
13. Расположите этапы кондиционирования осадков в правильной последовательности:
1. Образование флокул
 2. Обезвоживание
 3. Дозирование флокулянта
 4. Смешивание с реагентом
- а) 1234 б) 4312 в) 3412 г) 4231
14. Установите правильную последовательность действий при подборе флокулянта:
1. Проведение пробного коагулирования
 2. Расчет оптимальной дозы
 3. Выбор типа флокулянта
 4. Определение характеристик осадка
15. Выберите факторы, влияющие на эффективность флокуляции (несколько вариантов):
- А) рН среды Б) Температура
 В) Интенсивность перемешивания Г) Время контакта
 Д) Все вышеперечисленное

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при

тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе лабораторных занятия.

3. Выполнение обучающимися лабораторных заданий

На данном лабораторном занятии выполнение обучающимися лабораторных заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 3 станции.

Учебная группа делится на 3 малых групп, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее лабораторное задание.

На станции №3 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном лабораторном занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 25-30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого лабораторного задания.

В течение лабораторного занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все лабораторные задания.

Вопросы для работы на станции №1 с преподавателем (по содержанию темы №3, изученному дома самостоятельно)

1. По каким критериям классифицируются современные флокулянты?
2. Каков механизм действия синтетических флокулянтов?
3. Как выбрать оптимальный тип флокулянта для конкретных условий?
4. В чем преимущества использования полиэлектролитных флокулянтов?
5. Как влияет молекулярная масса флокулянта на эффективность процесса?
6. Какие основные схемы очистки с применением флокулянтов существуют?
7. Какие типы оборудования используются для реализации процесса флокуляции?
8. Как определить скорость образования флокул в процессе коагуляции?
9. Какие основные методы кондиционирования осадков применяются перед их обезвоживанием, и в чем заключается их принципиальное различие?
10. Как влияет молекулярная масса флокулянта на эффективность процесса кондиционирования осадков?
11. При каких условиях целесообразно применять катионные флокулянты для обработки осадков?
12. Какие факторы необходимо учитывать при выборе типа флокулянта для конкретного осадка?
13. В чем заключается механизм синергетического действия коагулянтов и флокулянтов при обработке осадков?
14. Как определить оптимальную дозу флокулянта для обработки осадка с заданными характеристиками?
15. Какие параметры осадка влияют на выбор типа флокулирующего агента?

Лабораторное задание для станции №2 (общее)

Обезвреживание фторсодержащих сточных вод осаждением фторида кальция

Рассчитать объем 10% раствора хлорида кальция (с трехкратным стехиометрическим избытком), необходимого для осаждения ионов фтора из 500 мл сточной воды с содержанием 4 г/л NaF. Отмерить цилиндром 500 мл сточной воды и поместить в стакан для осаждения. Поставить стакан с раствором на магнитную мешалку и медленно приливать расчетное количество раствора хлорида кальция при перемешивании.

Лабораторное задание для станции №3 (индивидуальные)

Исследование влияния количества органического флокулянта (ПАА) на скорость осаждения фторида кальция

В первую градуированную пробирку залить до верхней метки тщательно взмученную пульпу фторида кальция. В 5 химических стаканов на 300 мл добавить последовательно 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 и 1,5 мл 1% раствора ПАА. В каждый стакан добавить по 100 мл хорошо перемешанной суспензии фторида кальция.

Полученной пульпой заполнить соответствующие градуированные пробирки точно до деления 30 см, заткнуть пришлифованными пробками и поместить их в штатив. Быстро перевернуть каждую пробирку 2-3 раза, включить секундомер и поставить их в штатив.

Через разные промежутки времени, согласно варианту, представленному в таблице 3, отметить высоту осветленной жидкости (см) в каждой пробирке и занести результаты в таблицу 4.

Таблица 3 – Вариант задания

Вариант	Время осаждения, мин
1	1, 4, 7, 10, 13
2	3, 8, 13, 18, 23
3	4, 8, 12, 16, 20
4	2, 5, 10, 13, 24
5	5, 10, 15, 20, 25

Таблица 4 – Высота осветленной жидкости

Время осаждения, мин	Объем 1% раствора ПАА, мл					
	0	0,25	0,50	0,75	1,0	1,5

Для каждой концентрации флокулянта рассчитать массовую долю ПАА (масс %) относительно массы сухого осадка CaF_2 . Для этого необходимо вычислить массу фторида кальция из стехиометрического уравнения, предполагая 100% полноту осаждения.

Построить график зависимости скорости осаждения от количества флокулянта (масс %). Для этого по вертикальной оси отложить высоту осветленного слоя для одного и того же промежутка времени, например, для 20 мин. Сделать вывод о влиянии флокулянта на скорость осаждения, свойства осадка и механизм осаждения.

4. Проверка лабораторных заданий, выполненных обучающимися

Защита лабораторных заданий

Каждая группа озвучивает свои результаты лабораторного задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

Лабораторное занятие №4

«Синтез и характеристика сорбционных свойств гидролизного лигнина из биомассы: сравнительный анализ адсорбционной активности различных лигниновых материалов»

Цель лабораторного занятия – приобретение обучающимися лабораторного опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы №3, в производственных ситуациях.

Планируемые результаты обучения:

Знать:

методологию научного исследования и технические разработки, методы оценки эффективности научных проектов, современные подходы к организации научно-исследовательской деятельности, особенности различных этапов научного исследования; методики технического обслуживания оборудования, требования безопасности при работе с технологическим оборудованием, технические характеристики и возможности различных приборов; основные технологические процессы производства, методики проведения технологических операций, стандарты и регламенты ведения процессов;

Уметь:

формулировать цели и задачи научных исследований, разрабатывать планы проведения научных работ, определять необходимые ресурсы для реализации проекта, оценивать риски и возможные трудности при проведении исследований, составлять отчеты о научно-исследовательской работе, презентовать результаты исследований; настраивать и калибровать приборы, оценивать состояние технологического оборудования, планировать профилактические работы; применять технологические методики на практике, принимать решения по оптимизации процесса; проводить обработку экспериментальных данных, применять

Иметь опыт деятельности:

разработки планов научных исследований, составления программ научно-исследовательских работ, определения необходимых ресурсов для реализации проекта, применения различных методов исследования, анализа полученных результатов, координации работы исследовательской группы, использования современных научных инструментов и оборудования; работы с различным технологическим оборудованием, настройки и калибровки приборов, ведения документации по обслуживанию, работы с контрольно-измерительными приборами; ведения технологических процессов, документирования технологических операций,

Знать:

статистические методы анализа результатов, критерии оценки достоверности результатов, принципы построения математических моделей, методики интерпретации полученных данных, требования к оформлению технической документации, способы визуализации результатов исследований; принципы оптимизации производственных процессов, критерии выбора оптимальных технологических параметров, факторы, влияющие на себестоимость производства, современные технологии производства, способы повышения эффективности производственных процессов; принципы планирования производственных процессов,

Уметь:

статистические методы анализа, оценивать точность и достоверность результатов, строить математические модели процессов, интерпретировать полученные результаты, формулировать выводы на основе анализа, составлять отчеты по результатам исследований; анализировать производственные процессы, определять оптимальные условия производства, оценивать влияние различных факторов на качество продукции, разрабатывать предложения по оптимизации процессов, выбирать оптимальные технологические режимы; планировать производственные процессы, вести производственную документацию, организовывать контроль качества, принимать

Иметь опыт деятельности:

работы с технической документацией; проведения экспериментальных исследований, обработки и анализа полученных данных, применения статистических методов, оценки погрешностей измерений, интерпретации результатов экспериментов, формулирования выводов, подготовки научно-технических отчетов, представления результатов исследований; анализа производственных процессов, определения оптимальных параметров производства, оценки эффективности технологических решений, разработки предложений по оптимизации процесса; планирования производственных процессов, контроля сроков выполнения работ, ведения производственной документации, организации контроля

Знать:

требования к документации;
 требования охраны труда и техники безопасности, экологические стандарты производства, принципы организации безопасного производства, способы минимизации негативного воздействия на окружающую среду

Уметь:

меры при отклонениях от графика;
 обеспечивать безопасные условия труда, оценивать экологическую опасность процессов, применять средства защиты, контролировать соблюдение требований безопасности

Иметь опыт деятельности:

качества, работы с нормативными документами;
 обеспечения безопасности производственных процессов, оценки экологической безопасности, применения средств защиты, контроля соблюдения требований безопасности

Необходимое материально-техническое оборудование: установка, состоящая из круглодонной колбы на 250 мл, обратного холодильника, термометра на 100°C, колбонагревателя, штатива с мешалкой, обеспечивающей скорость выщелачивания 100-150 об/мин, весы аналитические, гидролизный лигнин, мерные колбы, делительная воронка на 100 мл, штатив, прибор КФК-3, кюветы на 10 мм, рН-метр, секундомер, водный раствор мурексида или малахитового зеленого, дистиллированная вода, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТИЯ №4

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №3 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме №3.
3. Выполнение обучающимися лабораторных заданий.
4. Проверка лабораторных заданий, выполненных обучающимися.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №3 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме №3

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме №3

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме №3:

1. Какой процент лесосечных отходов образуется при заготовке древесины?

- а) 5-10% б) 15-25% в) 30-35% г) 40-45%

2. Какое максимальное содержание коры допускается в гидролизном сырье?

- а) 6% б) 8% в) 10% г) 12%

3. При какой температуре проводится процесс перколяционного гидролиза?

- а) 150-160°C б) 170-180°C в) 180-190°C г) 190-200°C

4. Какой компонент составляет наибольшую часть в химическом составе гидролизного сырья?

- а) Лигнин б) Целлюлоза в) Полисахариды г) Зола

5. Какой метод гидролиза наиболее распространен в промышленности?

- а) Периодический б) Непрерывный
в) Перколяционный г) Комбинированный

6. Рассчитайте процентное содержание пентозанов в подсолнечной лузге, если известно, что содержание лигнина составляет 28,2%, а целлюлозы отсутствует.

7. Определите оптимальную концентрацию серной кислоты для процесса гидролиза (ответ в процентах).

8. Напишите уравнение полного гидролиза целлюлозы до глюкозы.

9. Соотнесите тип сырья с его основным компонентом:

1	Опилки	А	Целлюлоза
2	Подсолнечная лузга	Б	Пентозаны
3	Древесная щепа	В	Гексозаны
4	Хлопковая шелуха	Г	Лигнин

а) 1А2Б3Г4В б) 1Г2Б3А4В в) 1В2Б3А4Г г) 1Б2В3А4Г

10. Установите соответствие между параметрами процесса и их значениями:

1	Давление, МПа	А	0,2-1
2	Концентрация кислоты, %	Б	180-190
3	Температура, °С	В	1-1,5

а) 1Б2В3А б) 1В2А3Б в) 1Б2А3В г) 1А2Б3В

11. Расположите этапы процесса гидролиза в правильной последовательности:

1. Закачка кислоты
2. Промывка лигнина
3. Загрузка сырья
4. Перколяция
5. Подогрев содержимого

а) 25134 б) 31542 в) 13542 г) 23145

12. Установите правильную последовательность операций при подготовке сырья:

1. Сортировка по размеру
2. Контроль содержания примесей
3. Измельчение
4. Очистка от гнили

а) 1234 б) 3412 в) 1324 г) 4312

13. Какие параметры необходимо контролировать при гидролизе (несколько вариантов):

1. Температуру
2. Давление
3. Концентрацию кислоты
4. Время процесса
5. Все вышеперечисленное

а) 123 б) 134 в) 5 г) 234

14. При каком значении рН наиболее эффективно протекает процесс гидролиза?

- а) 1-2 б) 2-3 в) 3-4 г) 4-5

15. Какой фактор в наибольшей степени влияет на селективность адсорбции лигнина?

- а) Распределение пор по размерам
б) Функциональные группы
в) Степень конденсации
г) Кристаллическая структура

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе лабораторных занятия.

3. Выполнение обучающимися лабораторных заданий

На данном лабораторном занятии выполнение обучающимися лабораторных заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 3 станции.

Учебная группа делится на 3 малых групп, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее лабораторное задание.

На станции №3 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном лабораторном занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 60-90 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого лабораторного задания.

В течение лабораторного занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все лабораторные задания.

Вопросы для работы на станции №1 с преподавателем (по содержанию темы №3, изученному дома самостоятельно)

1. Какие основные функциональные группы присутствуют в молекуле лигнина?
2. В чем заключается особенность строения гидролизного лигнина по сравнению с другими типами?
3. Какие параметры определяют адсорбционную активность лигнина?
4. Как влияет соотношение S/G единиц на адсорбционные свойства лигнина?
5. Как влияет влажность лигнина на его сорбционные свойства?
6. В чем заключается трехфазность структуры лигнина?
7. Опишите процесс адсорбции на поверхности лигнина на молекулярном уровне.
8. Какие факторы влияют на селективность адсорбции?
9. Как температура влияет на кинетику адсорбции?

10. Какие факторы ограничивают промышленное применение лигнина как сорбента?

11. В каких средах наиболее эффективно проявляется сорбционная активность лигнина?

12. Как можно модифицировать лигнин для повышения его сорбционных свойств?

13. Какие уравнения используются для описания процесса адсорбции на лигнине?

14. Как рассчитать предельную сорбционную емкость?

15. В чем заключается метод построения изотерм адсорбции?

Лабораторное задание для станции №2 (общее)

Получение гидролизного лигнина

50 г опилок помещают в круглодонную колбу, затем добавляют 200 мл 1%-ного раствора серной кислоты, смесь нагревают до температуры 180-190 °С. Продолжительность процесса 1-1,5 ч в зависимости от числа оборотов мешалки. В этих условиях начинается процесс гидролиза, и значительная часть гемицеллюлоз успевает перейти в раствор. Полученный гидролизат фильтруется через стеклянный фильтр. Количество отбираемого гидролизата за варку характеризуется гидромодулем выдачи гидролизата, под которым понимают отношение объема отобранного гидролизата к массе загруженного абсолютно сухого сырья ($\text{м}^3/\text{т}$).

Лигнин на фильтре промывают горячей водой, отжимают и сушат.

Доброкачество гидролизатов достигается проведением гидролиза в 2 ступени. Первая ступень (облагораживание) проводится с перколяционной промывкой растительного сырья горячей водой (100 °С). Целью удаления дубильных веществ, пектинов, жиров, смол, растворимого лигнина и других веществ. На этой ступени растворяется около 10% исходного сырья.

После облагораживания сырье освобождается от избытка воды, и начинается пентозный гидролиз с помощью 3%-ной серной кислотой при 110-130 °С. В течение 3 ч. Концентрация пентозных сахаров в гидролизате достигает 6%, его доброкачество 65-68%.

Лабораторное задание для станции №3 (индивидуальные)

Изучение сорбционных свойств гидролизного лигнина

Провести изучение сорбционных свойств гидролизного лигнина согласно данным варианта, представленных в таблице 5.

Таблица 5 – данные для изучения свойств гидролизного лигнина

№ варианта	Исследуемый раствор	Длина волны, λ , нм	Объем раствора, V, мл	Задание
1	раствор мурексида	540	40	<ol style="list-style-type: none"> 1. Провести очистку 40 мл раствора мурексида через 60 г гидролизного лигнина 2. Замерить оптическую плотность исходного раствора 3. Отбирать пробы каждые 10 минут 4. Построить кривую сорбции 5. Рассчитать ширину фронта сорбции и сорбционную емкость
2	раствор малахитового зеленого	590	45	<ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовить 200 мл раствора малахитового зеленого 2. Провести сорбцию 45 мл раствора через лигнин 3. Фиксировать pH и оптическую плотность проб 4. Построить график зависимости D/D₀ от объема 5. Определить динамическую обменную емкость
3	раствор мурексида	540	50	<ol style="list-style-type: none"> 1. Провести эксперимент по стандартной методике

№ варианта	Исследуемый раствор	Длина волны, λ , нм	Объем раствора, V, мл	Задание
				2. Зафиксировать время прохождения раствора 3. Измерить объем элюата после десорбции 4. Рассчитать сорбционную емкость 5. Проанализировать влияние объема на эффективность сорбции
4	раствор малахитового зеленого	590	55	1. Исследовать кинетику сорбции 2. Определить момент насыщения сорбента 3. Рассчитать скорость перемещения фронта сорбции 4. Построить график зависимости δ_x от времени 5. Сравнить результаты с теоретическими данными
5	раствор мурексида	540	60	1. Провести полный цикл сорбции-десорбции 2. Зафиксировать все промежуточные показатели 3. Рассчитать ширину экспериментальной выходной кривой 4. Определить максимальную сорбционную емкость 5. Сделать выводы о применимости лигнина как сорбента

В делительную воронку на 100 мл загружается 60 г сухого гидролизного лигнина, через который пропускают 200-300 мл дистиллированной воды (до бесцветной окраски).

Готовят 200 мл раствора мурексида или малахитового зеленого и измеряют его оптическую плотность на приборе КФК-3 (при длине волны соответственно 540 или 590 нм в кюветах на 10 мм), которая должна находиться в пределах 0,9-1.

Затем 30 мл мурексида или малахитового зеленого пропускают через гидролизный лигнин и через каждые 10 мин берут аликвоту, измеряют ее объем, рН и измеряют оптическую плотность данного раствора. После прохождения всего объема мурексида, пропускают 30-60 мл дистиллированной воды для десорбции мурексида (также с интервалом в 10 мин) и измеряют объем, рН и оптическую плотность проб.

Для выяснения динамической обменной емкости (ДОЕ) лигнина аналогичный эксперимент проводят с объемом мурексида 40-60 мл (по вариантам согласно заданию преподавателя).

На основании величин оптической плотности мурексида необходимо построить обменные кривые ($D/D_0 - V$) и рассчитать ширину фронта сорбции мурексида используя формулы:

$$\delta_x = \delta_v \frac{X}{V},$$

где δ_x -ширина фронта сорбции, см;

δ_v - ширина экспериментальной выходной кривой, см;

X/V - скорость перемещения фронта сорбции, см/мл.

Рассчитать сорбционную емкость мурексида на единицу массы сорбента, мл/г.

На основании полученных данных заполнить таблицу результатов, построить графики, рассчитать все необходимые параметры по формулам и написать выводы.

4. Проверка лабораторных заданий, выполненных обучающимися

Защита лабораторных заданий

Каждая группа озвучивает свои результаты лабораторного задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

Лабораторное занятие №5

«Биотехнологическая конверсия хвойной биомассы: комплексный химический анализ и оценка ресурсного потенциала древесной зелени»

Цель лабораторного занятия – приобретение обучающимися лабораторного опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы №3, в производственных ситуациях, а именно: овладение технологией утилизации древесной зелени сосны с получением хвойного экстракта и методами исследования его физико-химических свойств.

Планируемые результаты обучения:

Знать:

структуру и содержание программ научных исследований, требования к оформлению научно-технической документации, критерии отбора актуальных научных проблем, особенности различных этапов

Уметь:

разрабатывать планы проведения научных работ, определять необходимые ресурсы для реализации проекта, оценивать риски и возможные трудности при проведении исследований, разрабатывать методики проведения экспериментов;

Иметь опыт

деятельности:

разработки планов научных исследований, определения необходимых ресурсов для реализации проекта, планирования этапов научного исследования, применения различных методов исследования, анализа полученных результатов, использования современных

<p>научного исследования;</p> <p>технические характеристики и возможности различных приборов;</p> <p>параметры контроля технологических режимов, требования к качеству получаемой продукции;</p> <p>теоретические основы экспериментальных исследований, современные методы обработки экспериментальных данных, критерии оценки достоверности результатов, требования к оформлению технической документации;</p> <p>методы оценки качества и надежности продукции, критерии выбора оптимальных технологических параметров, способы повышения эффективности производственных процессов;</p>	<p>настраивать и калибровать приборы, применять методики контроля работы оборудования;</p> <p>применять технологические методики на практике, контролировать параметры процесса, оценивать качество полученных результатов, выявлять отклонения от нормы, принимать решения по оптимизации процесса;</p> <p>проводить обработку экспериментальных данных, применять статистические методы анализа, оценивать точность и достоверность результатов, формулировать выводы на основе анализа, составлять отчеты по результатам исследований;</p> <p>анализировать производственные процессы, оценивать влияние различных факторов на качество продукции, раз-</p>	<p>научных инструментов и оборудования;</p> <p>настройки и калибровки приборов, работы с контрольно-измерительными приборами;</p> <p>ведения технологических процессов, контроля параметров производства, оценки качества продукции, выявления и устранения отклонений, документирования технологических операций, работы с технической документацией;</p> <p>проведения экспериментальных исследований, обработки и анализа полученных данных, оценки погрешностей измерений, интерпретации результатов экспериментов, формулирования выводов, подготовки научно-технических отчетов, представления результатов исследований;</p> <p>анализа производственных процессов, определения оптимальных параметров производства, оценки эффек-</p>
--	--	--

<p>нормативные требования к продукции, стандарты качества и безопасности, методики контроля сроков производства, системы управления качеством;</p> <p>требования охраны труда и техники безопасности, экологические стандарты производства, методы оценки экологической безопасности, принципы организации безопасного производства, нормативные документы в области безопасности</p>	<p>рабатывать предложения по оптимизации процессов, выбирать оптимальные технологические режимы;</p> <p>контролировать сроки выполнения работ, обеспечивать соответствие продукции требованиям, организовывать контроль качества;</p> <p>обеспечивать безопасные условия труда, применять средства защиты, контролировать соблюдение требований безопасности, внедрять экологически чистые технологии</p>	<p>тивности технологических решений, разработки предложений по оптимизации, внедрения улучшений в производственные процессы;</p> <p>обеспечения соответствия продукции требованиям, организации контроля качества;</p> <p>обеспечения безопасности производственных процессов, применения средств защиты, разработки природоохранных мероприятий, контроля соблюдения требований безопасности, внедрения экологически чистых технологий</p>
---	---	---

Необходимое материально-техническое оборудование: установка, состоящая из круглодонной колбы на 250 мл, обратного холодильника, термометра на 100 °С, колбонагревателя, штатива с мешалкой, обеспечивающей скорость выщелачивания 100-150 об/мин (в отсутствие установки эксперимент можно проводить в конической колбе на электрической плитке при периодическом перемешивании стеклянной палочкой), муфельная печь, спектрофотометр, рН-метр, весы аналитические, сушильный шкаф; штатив; набор ареометров; стеклянные стаканы на 50 мл; эксикатор, бюкс с крышкой, тигели, воронка Бюхнера, фильтровальная бумага («синяя лента»), мерные колбы, конические колбы, кристаллизатор, фарфоровые чашки; мерный цилиндр на 50 мл, хвоя сосны, 2%-ный раствор гидроксида

натрия, концентрированная азотная кислота, дистиллированная вода, фильтровальная бумага, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТИЯ №5

1. Входной контроль качества освоения обучающимися
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме №3.
3. Выполнение обучающимися лабораторных заданий.
4. Проверка лабораторных заданий, выполненных обучающимися.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №3 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме №3

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме №3

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме №3:

1. Какой процент территории России потенциально пригоден для развития биоэнергетики на основе древесной биомассы?
 - а) 30-40% б) 50-60% в) 60-70% г) 80-90%
2. Какие основные биологически активные вещества содержатся в древесной зелени?
 - а) Терпены и терпеноиды б) Флавоноиды
 - в) Фитостерины г) Все вышеперечисленное
3. Какой метод экстракции наиболее эффективен для извлечения биологически активных веществ из древесной зелени?
 - а) Водно-спиртовая экстракция
 - б) Сверхкритическая флюидная экстракция CO₂
 - в) Ультразвуковая экстракция
 - г) Гидродинамическая экстракция

4. Рассчитайте выход эфирного масла при экстракции 100 кг древесной зелени, если известно, что содержание масла составляет 0,5% от массы сырья.

5. Определите оптимальную температуру экстракции терпеноидов из хвои, если известно, что при температуре выше 60°C происходит разрушение целевых компонентов.

6. Соотнесите метод экстракции с его характеристикой:

1	Сверхкритическая экстракция	А	Ускорение процесса, повышение выхода
2	Водно-спиртовая	Б	Экологическая чистота, низкая температура
3	Ультразвуковая	В	Простота реализации, низкая стоимость
4	Паровая дистилляция	Г	Высокая селективность, отсутствие токсичных растворителей

а) 1А2Г3Б4В б) 1Б2А3Г4В в) 1Г2В3А4Б г) 1В2Г3А4Г

7. Установите соответствие между компонентами древесной зелени и их применением:

1	Терпеноиды	А	Косметическая промышленность
2	Фитостерины	Б	Пищевая промышленность
3	Флавоноиды	В	Парфюмерная промышленность
4	Эфирные масла	Г	Фармацевтика

а) 1А2Б3В4Г б) 1Г2Б3В4А в) 1Б2В3Г4А г) 1В2Г3Б4А

8. Расположите этапы комплексной переработки древесной зелени в правильной последовательности:

1. Экстракция целевых компонентов
2. Концентрирование продукта
3. Сушка сырья
4. Подготовка сырья
5. Очистка экстракта

а) 43152 б) 53241 в) 34152 г) 45132

9. Установите правильную последовательность операций при анализе состава экстрактов:

1. Хроматографическое разделение
2. Подготовка пробы
3. Количественный анализ
4. Качественный анализ

- а) 2134 б) 3214 в) 2143 г) 3421

10. Расположите этапы многостадийной экстракции в правильной последовательности:

1. Экстракция неполярным растворителем
2. Экстракция полярным растворителем
3. Предварительная экстракция водой
4. Очистка экстракта
5. Концентрирование продукта

- а) 31245 б) 51234 в) 32145 г) 21453

11. При каком значении рН достигается максимальная экстракция флавоноидов из хвои?

- а) 2,0-3,0 б) 3,5-4,5 в) 5,0-6,0 г) 6,5-7,5

12. Какой метод анализа позволяет наиболее точно определить молекулярную массу терпеноидов?

а) ГХ-МС б) ВЭЖХ в) МАЛДИ-ТОФ г) ЯМР-спектроскопия

13. Расположите этапы комплексной оценки качества экстракта:

1. Контроль примесей
2. Определение микробиологической чистоты
3. Определение подлинности
4. Количественный анализ

- а) 4312 б) 3142 в) 2341 г) 3412

14. Соотнесите метод анализа с определяемым компонентом:

1	Спектрофотометрия	А	Органические кислоты
2	ГХ-МС	Б	Флавоноиды
3	ВЭЖХ	В	Фитостерины
4	ТСХ	Г	Терпеноиды

- а) 1А2В3Г4Б б) 1Б2Г3В4А в) 1Б2А3В4Г г) 1Г2Б3В4А

15. Установите правильную последовательность операций при валидации методики анализа:

1. Определение предела обнаружения
2. Оценка линейности
3. Проверка прецизионности
4. Определение правильности
5. Расчет предела количественного определения

- а) 23415 б) 12435 в) 23145 г) 54321

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе лабораторных занятия.

3. Выполнение обучающимися лабораторных заданий

На данном лабораторном занятии выполнение обучающимися лабораторных заданий проводится **по технологии ротации станций.**

Аудитория разделена на 3 станции.

Учебная группа делится на 3 малых групп, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее лабораторное задание.

На станции №3 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном лабораторном занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку

информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 120 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого лабораторного задания.

В течение лабораторного занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все лабораторные задания.

Вопросы для работы на станции №1 с преподавателем (по содержанию темы №3, изученному дома самостоятельно)

1. Что такое биотехнологическая конверсия биомассы?
2. Дайте определение древесной зелени как биоресурса.
3. Перечислите основные компоненты хвойной биомассы.
4. Какие биологически активные вещества содержатся в древесной зелени?
5. Опишите основные группы химических соединений в хвойной биомассе.
6. В чем заключается особенность химического состава разных видов хвойных пород?
7. Какие методы используются для определения состава экстрактивных веществ?
8. Опишите принципы хроматографического анализа компонентов древесной зелени.
9. Какие спектроскопические методы применяются для анализа хвойной биомассы?
10. Как определяется содержание хлорофилла в древесной зелени?
11. Какие методы используются для количественного определения терпеноидов?
12. Опишите основные способы экстракции биологически активных веществ.
13. Какие факторы влияют на эффективность извлечения целевых компонентов?
14. Как влияет степень измельчения сырья на выход целевых продуктов?

15. Как рассчитывается выход целевых продуктов при переработке?

Лабораторное задание для станции №2 (общее)

Анализ древесной зелени и хвои сосны

Прежде чем получать биопрепараты, проводят определение количества хвои в древесной зелени, а также исследуют сколько в ней содержится влаги, золы, летучих и водорастворимых веществ.

Определение количества хвои в древесной зелени

Хвойную лапку веток двух- и трехлетнего возраста измельчают на отрезки длиной 5-8 см. Навеску измельченной древесной зелени массой 20 г, взвешенную с точностью до 0,2 г, помещают в кристаллизатор, и высушивают в сушильном шкафу при температуре 105 °С в течение 2-3 ч при периодическом перемешивании. После 2 часов сушки и остывания в древесной зелени отделяют хвою от побегов и взвешивают. (К побегам относят все примеси древесного происхождения).

Процентное содержание хвои определяют по формуле:

$$X = \frac{M_1}{M_1 + M_2} 100,$$

где M_1 - масса высушенной хвои, г;

M_2 - масса высушенных побегов, г.

Содержание побегов (П) в процентах в древесной зелени определяют по формуле:

$$П = 100 - X.$$

За окончательный результат испытаний принимают среднее арифметическое трех параллельных определений. Допускаемые расхождения между параллельными определениями не должны превышать 2%.

Определение содержания влаги и летучих веществ

В бюкс помещают навеску хвои, измельченную до крупности 0,2-0,5 мм, массой 2 г, взвешенную с точностью до 0,001 г.

Бюкс помещают в сушильный шкаф с температурой 100-105 °С на 3 часа, но через каждые 0,5 часа после охлаждения бюкса в эксикаторе, навеску взвешивают и анализируют убыль массы хвои. Постоянную массу считают достигнутой, если разница между двумя последующими взвешиваниями не будет превышать 0,005 г.

Содержание влаги в % вычисляют по формуле:

$$X = \frac{M_0 - M_1}{M_2} 100,$$

где M_0 - масса бюкса с навеской до высушивания, г;

M_1 - масса бюкса с навеской после высушивания, г;

M_2 - масса исходной навески, г.

За конечный результат принимается среднее арифметическое двух параллельных определений. Расхождение между двумя параллельными определениями не должно превышать 0,25%.

Определение содержания водорастворимых веществ

Метод основан на определении разности масс навески образца до и после экстракции ее водой при температуре кипения.

Навеску измельченного сырья массой 3 г (с точностью до 0,0002 г) помещают в коническую колбу, приливают 100 мл дистиллированной воды и экстрагируют при слабом кипении в течение 2,5-3,0 ч, считая от начала кипения жидкости. Затем содержимое колбы в горячем состоянии фильтруют через бумажный фильтр, помещенный в воронку Бюхнера. Бумажный фильтр должен быть высушен в сушильном шкафу при 160 °С течение 10 мин и взвешен. Колбу промывают 3-4 раза водой и весь осадок количественно переносят на фильтр, не допуская потерь. Фильтр с остатком переносят во взвешенный бюкс и сушат в сушильном шкафу при температуре 160 °С течение 15 мин. Высушенный бюкс с остатком после водной экстракции охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Содержание водорастворимых веществ в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{M_1 - M_2}{M_3} 100,$$

где M_1 - масса бюкса с остатком и фильтром, г;

M_2 - масса бюкса с фильтром, г;

M_3 - масса навески абсолютно сухого сырья, г.

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое двух параллельных определений. Допускаемые расхождения между результатами параллельных определений не должны превышать $\pm 0,2$ абс.%

Определение содержания сырой золы

Под сырой золой понимают остаток минеральных веществ, полученных после сжигания исследуемого продукта.

Навеску хвои массой 2-3 г (с точностью до 0,0002 г) помещают в заранее прокаленный и доведенный до постоянной массы тигель и сжигают в муфельной печи при температуре 600-700 °С течение 3 ч до превращения содержимого тигля в рыхлую массу. В охлажденный тигель приливают 1 мл концентрированной азотной кислоты и раствор выпаривают при слабом нагревании на плитке с асбестовой сеткой (под тягой), затем тигель помещают в муфельную печь и нагревают до красного каления. Озоление проводят до исчезновения углистых частиц. Тиглю дают остыть, а затем помещают для охлаждения до комнатной температуры в эксикатор и взвешивают. Повторным прокаливанием (по 30 мин каждое) доводят тигель до постоянной массы.

Содержание сырой золы в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{M_1 - M_2}{M_3} 100,$$

где M_1 – масса тигля с сырьем до сжигания, г;

M_2 – масса тигля с золой после сжигания, г;

M_3 – масса абсолютно сухой навески, г.

Лабораторное задание для станции №3 (индивидуальные)

Освоить технологию получения биопрепарата из хвои сосны и изучить влияние различных факторов на выход целевого продукта согласно заданному варианту:

Вариант 1

Исследование влияния температуры экстракции (35-55°С) на выход продукта

Определение оптимального времени экстракции

Вариант 2

Изучение влияния концентрации щелочи (1-3%) на качество экстракта

Определение оптимального соотношения сырье/растворитель

Вариант 3

Исследование влияния степени измельчения сырья на выход продукта

Определение оптимальной крупности частиц

Вариант 4

Изучение влияния времени упаривания на концентрацию конечного продукта

Определение оптимальной степени упаривания

Вариант 5

Исследование влияния температуры экстракции (35-55°C) на выход продукта

Определение оптимального времени экстракции

Вариант 6

Изучение влияния концентрации щелочи (1-3%) на качество экстракта

Определение оптимального соотношения сырье/растворитель

Вариант 7

Исследование влияния степени измельчения сырья на выход продукта

Определение оптимальной крупности частиц

Вариант 8

Изучение влияния времени упаривания на концентрацию конечного продукта

Определение оптимальной степени упаривания

Вариант 9

Исследование влияния pH среды на выход целевых компонентов

Определение оптимального значения pH

Вариант 10

Изучение влияния скорости перемешивания на эффективность экстракции

Определение оптимальной скорости перемешивания

Получение биопрепарата – стимулятора роста растений

50 г хвои сосны измельчают до крупности 0,5- 1,0 мм и помещают в круглодонную (при нагревании в колбонагревателе) или коническую (при нагревании на плитке) колбу емкостью 250-300 мл, затем добавляют 200-250 мл 2%-ного раствора гидроксида натрия и нагревают до температуры 45 °С. Продолжительность экстракции 1-2 ч. Полученный экстракт, содержащий около 4-5% экстрактивных веществ, фильтруется через фильтр «синей ленты», освобождается от твердого остатка, и упаривается до 50%-ного содержания сухого вещества.

Жидкая фаза, содержащая витамины, простые фенольные соединения, дубильные вещества, углеводы, азотсодержащие вещества, карбоновые кислоты представляет собой биопрепарат, стимулирующий рост растений.

Выход полученного продукта можно подсчитать по формуле:

$$X = \frac{M_1 - M_2}{M_3} 100,$$

где M_1 – масса остатка на фильтре, г;

M_2 – масса фильтра, г;

M_3 – масса навески абсолютно сухого сырья, г.

4. Проверка лабораторных заданий, выполненных обучающимися

Защита лабораторных заданий

Каждая группа озвучивает свои результаты лабораторного задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

Лабораторное занятие №6

«Экстракционное получение бетулина из бересты: разработка технологии и физико-химическая характеристика продукта»

Цель лабораторного занятия – приобретение обучающимися лабораторного опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы №3, в производственных ситуациях.

Планируемые результаты обучения:

Знать:

структуру и содержание программ научных исследований, требования к оформлению научно-технической документации, критерии отбора актуальных научных проблем, особенности различных этапов научного исследования;

технические характеристики и возможности различных приборов; параметры контроля технологических режимов, требования к качеству получаемой продукции;

теоретические основы экспериментальных исследований, современные методы обработки экспериментальных данных, критерии оценки

Уметь:

разрабатывать планы проведения научных работ, определять необходимые ресурсы для реализации проекта, оценивать риски и возможные трудности при проведении исследований, разрабатывать методики проведения экспериментов; настраивать и калибровать приборы, применять методики контроля работы оборудования; применять технологические методики на практике, контролировать параметры процесса, оценивать качество получаемых результатов, выявлять отклонения от нормы, принимать решения по оптимизации процесса; проводить обработку экспериментальных данных,

Иметь опыт деятельности:

разработки планов научных исследований, определения необходимых ресурсов для реализации проекта, планирования этапов научного исследования, применения различных методов исследования, анализа полученных результатов, использования современных научных инструментов и оборудования; настройки и калибровки приборов, работы с контрольно-измерительными приборами;

ведения технологических процессов, контроля параметров производства, оценки качества продукции, выявления и устранения отклонений, документирования технологических операций, работы с технической документацией;

достоверности результатов, требования к оформлению технической документации; методы оценки качества и надежности продукции, критерии выбора оптимальных технологических параметров, способы повышения эффективности производственных процессов; нормативные требования к продукции, стандарты качества и безопасности, методики контроля сроков производства, системы управления качеством; требования охраны труда и техники безопасности, экологические стандарты производства, методы оценки экологической безопасности, принципы организации безопасного производства,

применять статистические методы анализа, оценивать точность и достоверность результатов, формулировать выводы на основе анализа, составлять отчеты по результатам исследований; анализировать производственные процессы, оценивать влияние различных факторов на качество продукции, разрабатывать предложения по оптимизации процессов, выбирать оптимальные технологические режимы; контролировать сроки выполнения работ, обеспечивать соответствие продукции требованиям, организовать контроль качества; обеспечивать безопасные условия труда, применять средства защиты, контролировать соблюдение требований безопасности,

проведения экспериментальных исследований, обработки и анализа полученных данных, оценки погрешностей измерений, интерпретации результатов экспериментов, формулирования выводов, подготовки научно-технических отчетов, представления результатов исследований; анализа производственных процессов, определения оптимальных параметров производства, оценки эффективности технологических решений, разработки предложений по оптимизации, внедрения улучшений в производственные процессы; обеспечения соответствия продукции требованиям, организации контроля качества; обеспечения безопасности производственных процессов, применения средств защиты, разработки

мативные доку-менты в области безопасности	внедрять экологически чистые технологии	природоохранных мероприятий, контроля соблюдения требований безопасности, внедрения экологически чистых технологий
--	---	--

Необходимое материально-техническое оборудование: колба термостойкая на 250 мл, обратный холодильник для кипячения, нагревательный элемент (электроплита или водяная баня) с терморегулятором до 120°C, нутч-фильтр с комплектом прокладок, ротационный испаритель или другая установка для отгонки растворителя, лабораторные весы аналитические, термостат или холодильная камера с температурным режимом 5-15°C, вакуумная установка для фильтрации, воронки различных диаметров, фильтровальная бумага или мембранные фильтры, стеклянные палочки для перемешивания, мерные цилиндры на 100 мл и 500 мл, стаканы химические различного объема, эксикатор для высушивания, пробирки, рН-метр (для контроля промывки), сушильный шкаф с терморегуляцией, термометр лабораторный с диапазоном до 150°C, секундомер или таймер, 1-бутанол (0,3 л для одной партии), дистиллированная вода для промывки, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТИЯ №6

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №3 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме №3.
3. Выполнение обучающимися лабораторных заданий.
4. Проверка лабораторных заданий, выполненных обучающимися.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №3 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме №3

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме №3

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме №3:

1. Выберите правильный ответ. При какой температуре проводится экстракция бетулина 1-бутанолом?

- а) 20-120°C б) 70-75°C в) 50-90°C г) 100-150°C

2. Выберите верное утверждение. Какое соотношение сырье/растворитель используется при экстракции?

- а) 1:1 б) 1:5 в) 1:10 г) Любое из перечисленных

3. Дополните. Оптимальное время выдержки при экстракции бетулина составляет от ___ до ___ часов.

4. Впишите значение. Выход бетулина при традиционном способе составляет до ___% от массы бересты.

5. Установите правильную последовательность этапов:

1. Экстракция 1-бутанолом
2. Кристаллизация
3. Отгонка растворителя
4. Измельчение бересты
5. Фильтрация раствора

- а) 13542 б) 45132 в) 41532 г) 14325

6. Выберите все правильные ответы. Недостатки традиционного метода получения бетулина:

1. Низкий выход продукта
2. Сложность технологического процесса
3. Серый или желтый цвет продукта
4. Длительное время процесса

- а) 134 б) 1234 в) 234 г) 123

7. Рассчитайте выход продукта, если масса исходного сырья 200 г, а масса полученного бетулина 50 г. Ответ в %.

8. Определите оптимальное соотношение сырье/растворитель при массе сырья 100 г и объеме растворителя 500 мл.

9. Расположите этапы очистки в правильной последовательности:

1. Промывка водой
2. Кристаллизация
3. Выдержка при низкой температуре
4. Отгонка растворителя
5. Фильтрация раствора

а) 15423 б) 54231 в) 14532 г) 35412

10. Установите соответствие между параметрами и их влиянием:

1	Добавление активированного угля	А	Улучшение очистки
2	Увеличение времени экстракции	Б	Уменьшение потерь
3	Снижение соотношения сырье/растворитель	В	Увеличение выхода продукта

а) 1А2В3Б б) 1Б2А3В в) 1Б2В3А г) 1В2А3Б

11. Какой основной компонент содержится в бересте?

а) Лигнин б) Бетулин в) Целлюлоза г) Танин

12. В каком диапазоне температур проводится экстракция бетулина по усовершенствованному методу?

а) 0-50°C б) 20-120°C в) 150-200°C г) 120-150°C

13. Какие факторы влияют на эффективность экстракции бетулина?

1. Температура процесса
2. Время экстракции
3. Цвет исходного сырья
4. Концентрация растворителя
5. Степень измельчения сырья

а) 12345 б) 1235 в) 145 г) 1245

14. Рассчитайте выход продукта, если масса исходного сырья 300 г, а масса полученного бетулина 75 г. Ответ в %.

15. Расположите факторы по степени влияния на качество продукта:

1. Температура процесса
2. Концентрация растворителя

3. Степень измельчения сырья

4. Время экстракции

а) 2134

б) 1234

в) 2143

г) 4321

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе лабораторных занятия.

3. Выполнение обучающимися лабораторных заданий

На данном лабораторном занятии выполнение обучающимися лабораторных заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 3 станции.

Учебная группа делится на 3 малых групп, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее лабораторное задание.

На станции №3 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном лабораторном занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку

информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 100-120 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого лабораторного задания.

В течение лабораторного занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все лабораторные задания.

Вопросы для работы на станции №1 с преподавателем (по содержанию темы №3, изученному дома самостоятельно)

1. Какие факторы влияют на качество получаемого бетулина?
2. Почему при традиционном способе бетулин имеет серый или желтый цвет?
3. В чем преимущество использования 1-бутанола перед этиловым спиртом?
4. Как влияет степень измельчения бересты на эффективность экстракции?
5. Какие методы очистки применяются при получении бетулина?
6. Почему важна выдержка кристаллов при низких температурах?
7. Какие побочные продукты образуются при экстракции?
8. Как концентрация 1-бутанола влияет на выход продукта?
9. Какие меры безопасности при работе с растворителями?
10. Какие методы анализа используются для контроля качества бетулина?
11. Как определяется чистота полученного бетулина?
12. Какие существуют модификации процесса экстракции?
13. Как влияет предварительная обработка бересты на эффективность?
14. Какие экономические факторы учитываются при масштабировании?
15. Какие экологические аспекты важны при организации производства?

Лабораторное задание для станции №2 (общее)

56 г тонко размолотой бересты в 0,25 литровой колбе заливают 0,3 л 1-бутанола и кипятят при 120 °С в течение 1 часов. Массу фильтруют на нутч-филт্রে, шрот отжимают, а из фильтрата отгоняют около 0,28 л растворителя. Остаток оставляют для кристаллизации на 8 часов при 5-15 °С. Полутвердую массу переносят на фильтр, тщательно отжимают от 1-бутанола и осадок промывают водой для удаления остаточного растворителя. Кристаллы бетулина высушивают до постоянного веса.

Получаемый сухой порошок представляет собой бетулин 98%-ной чистоты (порошок белого цвета).

Предлагаемый способ является простым и технологичным, все операции легко осуществимы. Не используются кислоты и щелочи, а также высокотоксичные растворители. Полученный продукт представляет собой тритерпеновый двухатомный спирт-бетулин фармацевтической чистоты и является ценным сырьем для фармацевтической, косметической и ликероводочной промышленности. Преимуществом данного способа является также то, что в процессе производства не образуются токсические продукты и отходы.

Лабораторное задание для станции №3 (индивидуальные)

Используя данные таблицы 6, согласно заданного варианта, для каждого варианта необходимо рассчитать теоретический выход бетулина, провести все этапы экстракции согласно методике, представленной ниже, зафиксировать время каждого этапа, измерить выход конечного продукта, определить чистоту полученного бетулина и оценить цвет и консистенцию продукта.

Таблица 6 – Варианты заданий для лабораторной работы

№ варианта	Масса бересты, m (г)	Объем 1-бутанола, V_6 (л)	Время экстракции, τ_3 (ч)	Температура, t (°C)	Объем отгоняемого растворителя, V_p (л)	Время кристаллизации, τ_k (ч)	Температура кристаллизации, t_k (°C)	Ожидаемый выход, X (%)
1	450	0,35	4	20-22	0,33	1,5	5-10	85-90
2	650	0,45	12	23-25	0,42	1,2	8-12	92-95
3	500	0,40	8	21-24	0,37	1,8	7-14	88-93
4	700	0,50	16	22-25	0,45	2,0	6-15	94-97
5	550	0,38	10	20-23	0,35	1,6	5-13	89-94

m г тонко размолотой бересты в 0,25 литровой колбе заливают V_6 л 1-бутанола и оставляют на τ_3 при t °C. Массу фильтруют на нутч-фильтре, шрот отжимают и из фильтрата отгоняют около V_p л растворителя. Остаток оставляют для кристаллизации на τ_k часа при t_k °C. Полутвердую массу переносят на фильтр, тщательно отжимают от 1-бутанола и осадок промывают водой для удаления остаточного растворителя. Кристаллы бетулина высушивают до постоянного веса.

По окончанию работы сделать выводы по каждому варианту и сравнить полученные результаты с теоретическими.

4. Проверка лабораторных заданий, выполненных обучающимися

Защита лабораторных заданий

Каждая группа озвучивает свои результаты лабораторного задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

Лабораторное занятие №7

«Рециклинг кожевенных отходов: разработка технологии получения белковых связующих материалов»

Цель лабораторного занятия – приобретение обучающимися лабораторного опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы №3, в производственных ситуациях.

Планируемые результаты обучения:

Знать:

методологию научного исследования и технические разработки, методы оценки эффективности научных проектов, современные подходы к организации научно-исследовательской деятельности, особенности различных этапов научного исследования; методики технического обслуживания оборудования, требования безопасности при работе с технологическим оборудованием, технические характеристики и возможности различных приборов;

Уметь:

формулировать цели и задачи научных исследований, разрабатывать планы проведения научных работ, определять необходимые ресурсы для реализации проекта, оценивать риски и возможные трудности при проведении исследований, составлять отчеты о научной исследовательской работе, презентовать результаты исследований; настраивать и калибровать приборы, оценивать состояние технологического оборудования, планировать профилактические работы;

Иметь опыт

деятельности:

разработки планов научных исследований, составления программ научно-исследовательских работ, определения необходимых ресурсов для реализации проекта, применения различных методов исследования, анализа полученных результатов, координации работы исследовательской группы, использования современных научных инструментов и оборудования; работы с различным технологическим оборудованием, настройки и калибровки приборов, ведения документации по

Знать:

основные технологические процессы производства, методики проведения технологических операций, стандарты и регламенты ведения процессов; статистические методы анализа результатов, критерии оценки достоверности результатов, принципы построения математических моделей, методики интерпретации полученных данных, требования к оформлению технической документации, способы визуализации результатов исследований; принципы оптимизации производственных процессов, критерии выбора оптимальных технологических параметров, факторы, влияющие на себестоимость производства, современные технологии

Уметь:

применять технологические методики на практике, принимать решения по оптимизации процесса; проводить обработку экспериментальных данных, применять статистические методы анализа, оценивать точность и достоверность результатов, строить математические модели процессов, интерпретировать полученные результаты, формулировать выводы на основе анализа, составлять отчеты по результатам исследований; анализировать производственные процессы, определять оптимальные условия производства, оценивать влияние различных факторов на качество продукции, разрабатывать предложения по оптимизации процессов, выбирать оптимальные

Иметь опыт деятельности:

обслуживанию, работы с контрольно-измерительными приборами; ведения технологических процессов, документирования технологических операций, работы с технической документацией; проведения экспериментальных исследований, обработки и анализа полученных данных, применения статистических методов, оценки погрешностей измерений, интерпретации результатов экспериментов, формулирования выводов, подготовки научно-технических отчетов, представления результатов исследований; анализа производственных процессов, определения оптимальных параметров производства, оценки эффективности технологических решений,

Знать:

производства, способы повышения эффективности производственных процессов; принципы планирования производственных процессов, требования к документации; требования охраны труда и техники безопасности, экологические стандарты производства, принципы организации безопасного производства, способы минимизации негативного воздействия на окружающую среду

Уметь:

технологические ре-жимы; планировать производственные процессы, вести производственную документацию, организовать контроль качества, принимать меры при отклонениях от графика; обеспечивать безопасные условия труда, оценивать экологическую безопасность процессов, применять средства защиты, контролировать соблюдение требований безопасности

Иметь опыт деятельности:

разработки предложений по оптимизации процесса; планирования производственных процессов, контроля сроков выполнения работ, ведения производственной документации, организации контроля качества, работы с нормативными документами; обеспечения безопасности производственных процессов, оценки экологической безопасности, применения средств защиты, контроля соблюдения требований безопасности

Необходимое материально-техническое оборудование: ко-жевенные отходы, известь 10-12 г/л, кальцинированная сода 0,2-0,3 г/л, сульфат аммония, серная кислота, колба коническая термостойкая, аммиак 25%, дистиллированная вода, сушильный шкаф, электрическая плитка, индикаторная бумага, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТИЯ №7

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №3 (входной контроль знаний).

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме №3.

3. Выполнение обучающимися лабораторных заданий.
4. Проверка лабораторных заданий, выполненных обучающимися.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы №3 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме №3

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме №3

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме №3:

1. Какой процент отходов образуется при производстве натуральной кожи?

- а) 10-20% б) 30-50% в) 60-70% г) 80-90%

2. Что является основным ценным компонентом кожевенных отходов?

- а) Жировые вещества б) Коллаген
в) Минеральные вещества г) Пигменты

3. Какой метод утилизации кожевенных отходов считается наименее экологичным?

- а) Переработка в строительные материалы
б) Сжигание
в) Компостирование
г) Производство удобрений

4. Дополните: При производстве хромовых кож для верха обуви ___% коллагена дермы переходит в отходы.

5. Впишите пропущенное: Соединения хрома используются в кожевенном производстве на ___%.

6. Соотнесите виды отходов с их характеристиками:

1	Недубленые отходы	А	включают кожевенную стружку и спилковую обрезь
2	Жировые отходы	Б	образуются до операции дубления
3	Дубленые отходы	В	образуются при строгании свиных шкур

а) 1А2Б3В б) 1Б2В3А в) 1В2Б3А г) 1А2В3Б

7. Расположите этапы переработки по порядку:

1. Гидролиз
2. Фильтрация
3. Кристаллизация
4. Раздубливание

а) 1234 б) 2341 в) 3412 г) 4123

8. Какие проблемы возникают при переработке дубленых отходов?

1. Высокая гидротермическая устойчивость
2. Сложность удаления хрома
3. Низкая концентрация белка
4. Все вышеперечисленное

а) 4 б) 23 в) 12 г) 13

9. Какие продукты можно получить из кожевенной стружки?

1. Клей
2. Желатин
3. Белковые гидролизаты
4. Все перечисленные

а) 12 б) 23 в) 4 г) 13

10. Рассчитайте процент потери хрома при производстве, если из 65 тыс. тонн используется только 20 тыс. тонн.

а) 69,23% б) 45% в) 30,77% г) 55%

11. Определите экономический ущерб от потерь хрома, если его стоимость 800-1000 USD за тонну.

а) 12-23 млн USD б) 36-45 млн USD
в) 46-60 млн USD г) 23-35 млн USD

12. Соотнесите технологию переработки с конечным продуктом:

1	Разволокнение с проклеиванием	А	строительные плиты
2	Гидролиз	Б	наполнители
3	Размельчение	В	белковые гидролизаты

- а) 1А2Б3В б) 1А2В3Б
в) 1Б2В3А г) 1В2Б3А

13. Установите правильную последовательность операций при получении наполнителей:

1. Полимеризация
2. Перевод в раствор при нагревании
3. Раздубливание раствором щелочи
4. Промывка

- а) 2314 б) 1234 в) 4321 г) 3421

14. Установите соответствие между типом отходов и возможными способами их переработки

1	Кожевенная стружка	А	Производство технических жиров и смазочных материалов
2	Жировые отходы	Б	Получение клея, желатина, дубителей
3	Дубленые отходы	В	Производство кормовых добавок, наполнителей для резины
4	Недубленые отходы	Г	Производство обувного картона, искусственной кожи
5	Спилковая обрезь	Д	Получение белковых гидролизатов, катионоактивных веществ, строительных плит

- а) 1А2Б3Д4В5Г б) 1Б2А3Д4В5Г
в) 1Б2А3Г4Д5В г) 1В2Б3А4Г5Д

15. Установите правильную последовательность операций при получении обувного картона:

1. Плазменная обработка
2. Прессование
3. Проклейка
4. Подготовка хромовой стружки
5. Размол

- а) 23145 б) 25341 в) 41532 г) 51432

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе лабораторных занятия.

3. Выполнение обучающимися лабораторных заданий

На данном лабораторном занятии выполнение обучающимися лабораторных заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 3 станции.

Учебная группа делится на 3 малых групп, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее лабораторное задание.

На станции №3 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном лабораторном занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку

информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 120 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого лабораторного задания.

В течение лабораторного занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все лабораторные задания.

Вопросы для работы на станции №1 с преподавателем *(по содержанию темы №3, изученному дома самостоятельно)*

- 1 Из какого слоя кожи животного производится кожа?
- 2 Какой участок кожи крупного рогатого скота имеет наибольшую плотность и толщину?
- 3 Как называется естественный рисунок на лицевой стороне кожи животного?
- 4 Из какого химического вещества состоит в основном волокно кожи?
- 5 Сколько видов аминокислотных остатков содержит молекула коллагена?
- 6 На сколько групп согласно государственному стандарту подразделяются кожаные материалы при их общей классификации?
- 7 Что является основным признаком при классификации кожи для низа обуви по назначению?
- 8 Как называется кожа для верха тяжелой обуви?
- 9 Какой вид сырья необходим для производства кожи «Шевро»?
- 10 К какой группе относится порок кожи «воротистость»?
- 11 На какую технологическую операцию оказывает влияние метод кожерживирования шкур животных?
- 12 Что регламентирует «Жидкостный коэффициент»?
- 13 Какая цель достигается технологическим процессом «от-мока»?
- 14 Какое вещество при намазном зольении проникает сквозь кожу и разрушает волосяную сумку?
- 15 Какой технологический процесс ослабляет связь эпидермиса с кожей?

Лабораторное задание для станции №2 (общее)

Проведение эксперимента с известью и кальцинированной содой

50 г сырья, измельченного до крупности 25-50 мм, подвергают золению: выдержке в колбе при температуре 25-30°C в растворе смеси извести с кальцинированной содой (известь 10-12 г/л, кальцинированная сода 0,2-0,3 г/л) в течение 2 ч. После золения отходы промывают проточной водой, нейтрализуют сульфатом аммония и серной кислотой и снова промывают. Затем отходы подвергают термической обработке при температуре 58-60°C.

Лабораторное задание для станции №3 (индивидуальные)

Проведение эксперимента с аммиаком

Для приготовления клея из полученного полуфабриката берут $m_{п}$ г кожного порошка, $m_{в}$ г воды и V_a см³ 25%-го аммиака. Варианты задач по приготовлению клеевого состава представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Варианты задач по приготовлению клеевого состава с аммиаком

№ варианта	Масса кожного порошка, $m_{п}$ (г)	Масса воды, $m_{в}$ (г)	Объем 25% аммиака, V_a (см ³)	Время перемешивания, $\tau_{п}$ (мин)	Время готовности, $\tau_{г}$ (мин)
1	1,5	6	10	37	83
2	0,8	4,5	7	46	74
3	2,0	7	12	38	23
4	1,2	5,5	9	45	82
5	0,9	4	8	40	60

Сырье, измельченного до крупности 25-50 мм, постепенно всыпают в воду при тщательном перемешивании лопаткой в течение $\tau_{п}$ минут, после чего прибавляют V_a см³ аммиака, разбавленного в 0,05 л воды, также при тщательном перемешивании. Через $\tau_{г}$ минут клей готов к употреблению.

4. Проверка лабораторных заданий, выполненных обучающимися

Защита лабораторных заданий

Каждая группа озвучивает свои результаты лабораторного задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

5. Текущий контроль успеваемости по теме №2

Текущий контроль успеваемости проводится в форме выполнения мини-проекта, решения ситуационных задач и кейс-задач.

Шкала и критерии оценивания приведены в оценочных средствах по дисциплине «Способы утилизации и переработки отходов химических производств» для данной ОПОП ВО, которые размещены на официальном сайте университета по ссылке <https://swsu.ru/sveden/education/eduop/>.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основы инженерной экологии : учебное пособие / В. В. Денисов, И.А. Денисова, В. В. Гутенов, Л. Н. Фесенко ; под ред. В. В. Денисова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. – 624 с.: ил., схем., табл. – (Высшее образование). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271599> (дата обращения: 14.07.2025). – ISBN 978-5-222-21011-6. – Текст: электронный.
2. Инженерная экология, рециклинг металлов и деформированных сплавов / Р. Л. Шаталов, П. И. Черноусов, Е. А. Макашов, О. В. Голубев. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 460 с.: ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618262> (дата обращения: 14.07.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0543-0. – Текст: электронный.
3. Нифталиев, С. И. Переработка отходов в химической технологии неорганических веществ: учебное пособие: [16+] / С. И. Нифталиев, Ю. С. Перегудов; науч. ред. С. И. Нифталиев. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. – 53 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601570> (дата обращения: 14.07.2025). – Библиогр.: с. 48. – ISBN 978-5-00032-430-1. – Текст: электронный.
4. Васина, М. В. Разработка проекта нормативов образования отходов и лимитов на их размещение: учебное пособие / М. В. Васина, Е. Г. Холкин; Омский государственный технический университет. – Омск: Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017. – 124 с.: табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493458> (дата обращения: 14.07.2025). – Библиогр.: с. 82-83. – ISBN 978-5-8149-2452-0. – Текст: электронный.
5. Шаповалова, К. Н. Очистка и утилизация промывных вод фильтров очистных сооружений водопровода: выпускная квали-

фикационная работа бакалавра / К. Н. Шаповалова; Донской государственной технической университет (ДГТУ), Факультет безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии, Кафедра безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды. – Ростов-на-Дону: 2017. – 54 с.: ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463126> (дата обращения: 14.07.2025). – Текст: электронный.

6. Сибэгатуллина, А. М. Водоотведение: учебное пособие: [16+] / А. М. Сибэгатуллина; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – 116 с.: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=487000> (дата обращения: 14.07.2025). – Библиогр.: с. 109. – ISBN 978-5-8158-1971-9. – Текст: электронный.

7. Ларичев, Т. А. Утилизация, переработка и захоронение промышленных отходов: опорные конспекты: [16+] / Т. А. Ларичев; Кемеровский государственный университет. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2013. – 80 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232762> (дата обращения: 14.07.2025). – ISBN 978-5-8353-1342-6. – Текст: электронный.

8. Обработка и утилизация осадков городских сточных вод: учебник: [16+] / Э. П. Доскина, А. В. Москвичева, Е. В. Москвичева, А. А. Геращенко. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 221 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564866> (дата обращения: 14.07.2025). – Библиогр.: с. 215. – ISBN 978-5-9729-0324-5. – Текст: электронный.

9. Липаев, А. А. Обращение с отходами производства и потребления: учебное пособие: [16+] / А. А. Липаев, С. А. Липаев. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 408 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL:

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618249> (дата обращения: 14.07.2025). – Библиогр.: с. 379-385. – ISBN 978-5-9729-0616-1. – Текст: электронный.

10. Рубанов, Ю. К. Инженерное обеспечение обращения с отходами: учебное пособие: [16+] / Ю. К. Рубанов, Ю. Е. Токач. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 184 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618259> (дата обращения: 14.07.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0526-3. – Текст: электронный.

11. Старикова, Г. В. Обращение с опасными отходами: учебное пособие: [16+] / Г. В. Старикова, Н. Л. Мамаева, О. И. Филиповская; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2019. – 143 с.: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=611351> (дата обращения: 14.07.2025). – Библиогр.: с. 125-129. – ISBN 978-5-9961-1913-4. – Текст: электронный.

12. Фаюстов, А. А. Утилизация промышленных отходов и ресурсосбережение: основы, концепции, методы / А. А. Фаюстов. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 273 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564853> (дата обращения: 14.07.2025). – Библиогр.: с. 165 - 174. – ISBN 978-5-9729-0369-6. – Текст: электронный.

13. Управление отходами производства и потребления: практикум: [12+] / сост. В. П. Дьяков. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2020. – 129 с.: ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577854> (дата обращения: 14.07.2025). – Библиогр.: с. 118-119. – ISBN 978-5-4499-1310-4. – DOI 10.23681/577854. – Текст: электронный.

14. Ветошкин, А. Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности: учебное пособие: в 2 частях: [16+] / А. Ветошкин. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – Часть 1. Системное обращение с отходами. – 441 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL:

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493897> (дата обращения: 14.07.2025). – Библиогр.: с. 430-435. – ISBN 978-5-9729-0233-0 (Ч. 1). – ISBN 978-5-9729-0243-9. – Текст: электронный.

15. Ветошкин, А. Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности: учебное пособие: в 2 частях: [16+] / А. Ветошкин. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – Часть 2. Переработка и утилизация промышленных отходов. – 381 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493898> (дата обращения: 14.07.2025). – Библиогр.: с. 370-375. – ISBN 978-5-9729-0234-7 (Ч. 2). – ISBN 978-5-9729-0243-9 ISBN 978-5-9729-0243-9. – Текст: электронный.

16. Кичигин, В. И. Обработка и утилизация осадков природных и сточных вод: учебное пособие / В. И. Кичигин, Е. Д. Палагин. – Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2008. – 204 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142979> (дата обращения: 14.07.2025). – ISBN 978-5-9585-0270-7. – Текст: электронный.

17. Турчанинов, В. И. Строительные материалы из техногенного сырья: учебное пособие / В. И. Турчанинов; Оренбургский государственный университет. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017. – 208 с.: табл., граф., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481814> (дата обращения: 14.07.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7410-1753-1. – Текст: электронный.

18. Башкиров, В. Н. Производство древесной массы: учебное пособие / В. Н. Башкиров, Л. Н. Герке, А. В. Князева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 120 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL:

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500885> (дата обращения: 14.07.2025). – Библиогр.: с. 116. – ISBN 978-5-7882-2175-5. – Текст: электронный.

19. Сафин, Р. Г. Современное состояние термической переработки органических отходов: в 2 частях / Р. Г. Сафин, В. Г. Сотников; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2023. – Часть 1. – 96 с.: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=721147> (дата обращения: 14.07.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-3350-5 (ч. 1). – ISBN 978-5-7882-3349-9 (общ.). – Текст: электронный.

20. Сафин, Р. Г. Современные технологии переработки древесных материалов: учебное пособие: [16+] / Р. Г. Сафин, Т. О. Степанова; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2022. – 80 с.: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=702158> (дата обращения: 14.07.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-3167-9. – Текст: электронный.

СОДЕРЖАНИЕ

Тема №3 «Интегрированная система управления отходами: комплексный подход к обращению, утилизации и обезвреживанию техногенных отходов химических производств»	3
Лабораторное занятие №2 «Оптимизация процесса коагуляционной очистки техногенных сточных вод: исследование кинетических параметров и реологических характеристик»	11
Лабораторное занятие №3 «Модификация и кондиционирование техногенных осадков: исследование эффективности флокулирующих агентов органического происхождения»	21
Лабораторное занятие №4 «Синтез и характеристика сорбционных свойств гидролизного лигнина из биомассы: сравнительный анализ адсорбционной активности различных лигниновых материалов»	29
Лабораторное занятие №5 «Биотехнологическая конверсия хвойной биомассы: комплексный химический анализ и оценка ресурсного потенциала древесной зелени»	41
Лабораторное занятие №6 «Экстракционное получение бетулина из бересты: разработка технологии и физико-химическая характеристика продукта»	53
Лабораторное занятие №7 «Рециклинг кожевенных отходов: разработка технологии получения белковых связующих материалов»	64
Библиографический список	73