

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.04.02** Физико-химические основы переработки растительных полимеров

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОСЗ++b180301. 2-4 24-14.plx

Кафедра:  Физической и коллоидной химии

Направление подготовки:  
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки:  
(специализация) Технология и переработка полимеров

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

| Семестр<br>(курс для ЗАО) |     | Контактная работа обучающихся |                 | Сам.<br>работа | Контроль,<br>час. | Трудоём-<br>кость,<br>ЗЕТ | Форма<br>промежуточной<br>аттестации |
|---------------------------|-----|-------------------------------|-----------------|----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|
|                           |     | Лекции                        | Лаб.<br>занятия |                |                   |                           |                                      |
| 7                         | УП  | 17                            | 34              | 92,75          | 0,25              | 4                         | Зачет                                |
|                           | РПД | 17                            | 34              | 92,75          | 0,25              | 4                         |                                      |
| Итого                     | УП  | 17                            | 34              | 92,75          | 0,25              | 4                         |                                      |
|                           | РПД | 17                            | 34              | 92,75          | 0,25              | 4                         |                                      |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922

Составитель (и):

Кандидат химических наук, доцент

Демьянцева Е.Ю.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой физической и коллоидной химии

Липин В.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Липин В.А.

Методический отдел:

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области переработки и применения природных полимеров

**1.2 Задачи дисциплины:**

Рассмотреть современные тенденции в области получения и переработки природных полимерных материалов

Раскрыть принципы разработки малоотходных и энергосберегающих технологических процессов переработки растительных полимеров

Подготовить обучающихся к производственно-технологической деятельности

Подготовить обучающихся к самообучению и непрерывному профессиональному самосовершенствованию

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Коллоидная химия полимеров

Свойства поверхностно-активных веществ

Химия древесины и целлюлозы

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-1: Способен анализировать соответствие качества выпускаемых полимерных материалов требованиям стандартов</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знать:</b> физико-химические характеристики и основы переработки растительных полимеров и их методы исследования |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Уметь:</b> оценивать качество полученного продукта с учетом способа переработки растительных полимеров |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Владеть:</b> методами физико-химического анализа свойств растительных полимеров и продуктов их переработки |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Семестр<br>(курс для<br>ЗАО) | Контактная<br>работа |                | СР<br>(часы) | Форма<br>текущего<br>контроля |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------|--------------|-------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                              | Лек.<br>(часы)       | Лаб.<br>(часы) |              |                               |
| Раздел 1. Введение. Переработка природных полимеров                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 7                            |                      |                |              | Ко,Л                          |
| Тема 1. Вопросы теории прочности и деформации твердых тел. Размол. Значение коллоидной химии в целлюлозно-бумажном производстве. Понятие "дисперсные системы", их классификация. Примеры гетерогенных систем в ЦБП и отличие их от гомогенных. Физико-химические явления при размоле целлюлозных волокон. Роль ПАВ при диспергировании. Эффект адсорбционного понижения прочности (эффект Ребиндера). Самопроизвольное коллоидное диспергирование. Пути интенсификации коллоидного диспергирования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                              | 2                    |                | 12           |                               |
| Тема 2. Свойства растворов органических веществ растительных полимеров и влияние на них поверхностно-активных веществ. Применение ПАВ в технологических процессах. Солюбилизация и адсорбция ПАВ целлюлозными волокнами. Проблема смоляных затруднений. Методы борьбы со смоляными затруднениями. Экстрактивные вещества древесины с точки зрения их опасности в возникновении смоляных затруднений. Лабораторная работа: Определение коллоидно-химических свойств растворов органических веществ производственных щелоков<br>Лабораторная работа: Определение размеров частиц дисперсий органических веществ в производственных растворах методом спектров мутности<br>Лабораторная работа: Определение коагулирующей способности электролитов на дисперсии органических веществ в производственных щелоках |                              | 2                    | 16             | 12           |                               |
| Раздел 2. Технологические процессы получения и переработки растительного сырья                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                              |                      |                |              |                               |
| Тема 3. Превращения основных компонентов растительного сырья в процессе переработки. Экстрактивные вещества, их свойства и переработка. Лигнины: получение, свойства, переработка. Сульфатное мыло, талловое масло.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                              | 4                    |                | 16           | Ко                            |
| Тема 4. Пенообразование в процессах переработки растительного сырья. Строение пен, их стабильность; кинетический, структурно-механический и термодинамический факторы устойчивости пен. Способы пеногашения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                              | 4                    |                | 16           |                               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |    |       |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-------|---|
| Раздел 3. Представления о формировании периодических коллоидных структур при переработке растительного сырья                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |    |       |   |
| Тема 5. Электроповерхностные свойства природных целлюлозных волокон и клеевых дисперсий. Проклейка бумажной массы. Основы теории коагуляции ДЛФО. Явление тиксотропии и ее роль в образовании структуры целлюлозы и бумаги. Причины возникновения двойного электрического слоя (ДЭС) на поверхности раздела фаз в дисперсных системах. Строение ДЭС. Понятие об электрокинетическом потенциале. Возникновение ДЭС на волокнах целлюлозы. Электрокинетический потенциал целлюлозы и точка нулевого заряда, роль pH среды.<br>Лабораторная работа: Адсорбция поверхностно-активных веществ целлюлозой | 2     | 10 | 16    | Л |
| Тема 6. Образование периодических коллоидных структур. Упорядоченность структурных элементов. Воздействие добавок электролитов на коагуляцию дисперсных систем. Правило Шульце-Гарди и его практическое использование на примере дисперсных систем в ЦБП (при проклейке и флокуляции целлюлозной массы).<br>Лабораторная работа: Определение основных характеристик производственных растворов                                                                                                                                                                                                      | 3     | 8  | 20,75 |   |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 17    | 34 | 92,75 |   |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0,25  |    |       |   |
| <b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 51,25 |    | 92,75 |   |

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

##### 5.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1            | 1. Имеет представление о технологии производства получения и переработки целлюлозы и вторичных продуктов<br>2. Определяет свойства сырья и продукции, основные характеристики объектов исследования; выбирает конкретные типы приборов для характеристики химико-технологического процесса переработки природных полимеров<br>3. Демонстрирует навыки осуществлять технологический процесс переработки природных полимеров, методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов получения и переработки полимеров |

##### 5.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций                                                                                                                                                                           |                   |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|                  | Устное собеседование                                                                                                                                                                                                       | Письменная работа |
| Зачтено          | Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных закономерностей получения и применения природных полимеров, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с |                   |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|            | дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных закономерностей получения материалов из природных полимеров с дальнейшим их; проявляет творческие способности в использовании учебного материала. Задание выполнено верно                                                                                                                                                                         |  |
| Не зачтено | Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные закономерности получения и применения природных высокомолекулярных соединений; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Задание выполнено неверно |  |

### 5.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

#### 5.3.1 Типовые контрольные вопросы

| № п/п     | Формулировки вопросов                                                                                                   |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Семестр 7 |                                                                                                                         |
| 1         | Значение коллоидной химии в целлюлозно-бумажном производстве.                                                           |
| 2         | Понятие "дисперсные системы", их классификация. Примеры гетерогенных систем в ЦБП и отличие их от гомогенных.           |
| 3         | Физико-химические явления при размоле целлюлозных волокон.                                                              |
| 4         | Роль ПАВ при диспергировании. Эффект адсорбционного понижения прочности (эффект Ребиндера).                             |
| 5         | Самопроизвольное коллоидное диспергирование. Пути интенсификации коллоидного диспергирования.                           |
| 6         | Поверхностно-активные вещества и их коллоидно-химические свойства. Классификация ПАВ.                                   |
| 7         | Уравнение Гиббса и следствия из него.                                                                                   |
| 8         | Применение ПАВ в технологических процессах.                                                                             |
| 9         | Мицеллы ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования ПАВ. Механизм солюбилизации.                                   |
| 10        | Коллоидно-химические свойства смесей поверхностно-активных веществ.                                                     |
| 11        | Адсорбция ПАВ целлюлозными волокнами                                                                                    |
| 12        | Проблема смоляных затруднений. Методы борьбы со смоляными затруднениями.                                                |
| 13        | Экстрактивные вещества древесины с точки зрения их опасности в возникновении смоляных затруднений.                      |
| 14        | Изменение коллоидно-химического состояния экстрактивных веществ в процессе превращения древесины в целлюлозу и бумагу.  |
| 15        | Изменение химического состава экстрактивных веществ в процессе превращения древесины в целлюлозу и бумагу.              |
| 16        | Изменение лигнина и углеводов древесины в процессе традиционных варок целлюлозы.                                        |
| 17        | Представления о "вредной" смоле. Роль в ней производных лигнина.                                                        |
| 18        | Роль полимеризационных процессов на возможность образования смоляных затруднений.                                       |
| 19        | Природа варочных растворов при окончании варки. Распределение дисперсных частиц смолы по размерам. Влияние температуры. |
| 20        | Коагуляция органических компонентов щелока при окончании варки как источник возникновения смоляных затруднений.         |
| 21        | Растворение органических веществ в процессе кислых и щелочных варок.                                                    |
| 22        | Сульфатный варочный раствор. Сульфатный лигнин, свойства и применение.                                                  |
| 23        | Сульфатное мыло, талловое масло – продукты переработки сульфатного щелока                                               |
| 24        | Сульфитный варочный раствор. Лигносulfонаты, свойства и применение                                                      |
| 25        | Гидролизное производство.                                                                                               |
| 26        | Использование поверхностно-активных веществ для интенсификации делигнификации и предотвращения смоляных затруднений.    |

|    |                                                                                                                                                                     |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 27 | Основы теории коагуляции ДЛФО. Явление тиксотропии и ее роль в образовании структуры целлюлозы и бумаги.                                                            |
| 28 | Причины возникновения двойного электрического слоя (ДЭС) на поверхности раздела фаз в дисперсных системах. Строение ДЭС.                                            |
| 29 | Понятие об электрокинетическом потенциале. Возникновение ДЭС на волокнах целлюлозы. Электрокинетический потенциал целлюлозы и точка нулевого заряда, роль pH среды. |
| 30 | Воздействие добавок электролитов на коагуляцию дисперсных систем.                                                                                                   |
| 31 | Правило Шульце-Гарди и его практическое использование на примере дисперсных систем в ЦБП (при проклейке и флокуляции целлюлозной массы).                            |
| 32 | Пены. Пенообразование. Пеногашение.                                                                                                                                 |
| 33 | Стабильность пен                                                                                                                                                    |

### 5.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Оцените поверхностную активность сульфатного лигнина на границе его водного раствора с воздухом, если известно, что при ККМ, равной 0,015 моль/л, поверхностное натяжение составляет 42 мДж/м<sup>2</sup>. Поверхностное натяжение воды примите равным 71,96 мДж/м<sup>2</sup>.

2. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) линолята натрия, основного компонента смолистых отложений лиственной древесины при 20, 40, 60°C составляет 0,00151, 0,00162, 0,00187 моль/л. Рассчитайте стандартную теплоту, энергию Гиббса и энтропию мицеллообразования при 20 °C

3. Предложите способ улучшения прочностных свойств бумажного полотна

## 5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

### 5.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

☐ +

Письменная

☐

Компьютерное тестирование

☐

Иная

☐

### 5.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором для решения практической задачи;  
Время на подготовку ответа 20 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

| Автор                                          | Заглавие                                                                                     | Издательство                                                                                                                                                 | Год издания | Ссылка                                                                                                                              |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>6.1.1 Основная учебная литература</b>       |                                                                                              |                                                                                                                                                              |             |                                                                                                                                     |
| А.И. Смирнова, Е.Ю. Демьянцева                 | Переработка и применение полимеров. Лигнины: Получение. Свойства. Переработка: учеб. пособие | М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД | 2021        | <a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/1617725738.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/1617725738.pdf</a> |
| <b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b> |                                                                                              |                                                                                                                                                              |             |                                                                                                                                     |
| Е.Ю. Демьянцева, Р.А. Копнина                  | Ферментативный катализ в ЦБП [Текст]: учебно - методическое пособие                          | М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. - СПб.: СПбГТУРП                                                                                                      | 2014        | <a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorgh/6.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorgh/6.pdf</a>                     |
| И.И. Осовская                                  | Комплексное использование древесины: природные и химические волокна [Текст]: учебное пособие | М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП                                                                                                      | 2015        | <a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/6.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/6.pdf</a>                   |

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>  
Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Аудитория            | Оснащение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Б-225                | Фотоэлектроколориметр, весы лабораторные, нагревательные плитки, электромешалки, электробани, магнитные мешалки, колбонагреватели, тензиометры, установка по измерению вязкости, установки для получения полимеров, криостат, вытяжной шкаф, аналитические весы, установка для измерения электропроводности, электролизер, магнитные мешалки, рефрактометр, поляриметр,термостат, весы лабораторные, спектрофотометр, оптический микроскоп , турбидиметр, прибор Кена, иономер |
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |