

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.О.24** Химия древесины и целлюлозы

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОСЗ++b180301.12-3 24-14.plx

Кафедра: **23** Технологии целлюлозы и композиционных материалов

Направление подготовки:  
(специальность) **18.03.01 Химическая технология**

Профиль подготовки:  
(специализация) **Химическая технология органических веществ**

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 |                |                   |                           |                                      |
| 5                         | УП  | 17                            | 17              | 37,75          | 0,25              | 2                         | Зачет                                |
|                           | РПД | 17                            | 17              | 37,75          | 0,25              | 2                         |                                      |
| 6                         | УП  | 17                            | 17              | 38             | 36                | 3                         | Экзамен                              |
|                           | РПД | 17                            | 17              | 38             | 36                | 3                         |                                      |
| Итого                     | УП  | 34                            | 34              | 75,75          | 36,25             | 5                         |                                      |
|                           | РПД | 34                            | 34              | 75,75          | 36,25             | 5                         |                                      |

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 технических наук, доцент  
ассистент

Павлова Е.А.  
Сердобинцева И.Р.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой технологии целлюлозы и  
композиционных материалов

Аким Э.Л.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Тришин Ю.Г.

Методический отдел:

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области теоретических знаний, являющихся фундаментом дисциплин технологического цикла и заложить основы комплексного подхода к использованию лесосырьевых ресурсов.

### 1.2 Задачи дисциплины:

Рассмотреть процессы переработки древесины в целлюлозно-бумажной промышленности на основе глубокого изучения химических процессов переработки древесины и экономической целесообразности использования различных компонентов древесины.

Раскрыть принципы современных представлений о химическом строении, физической структуре и химизме превращений основных компонентов древесины и целлюлозы в процессах ее переработки.

Продemonстрировать особенности древесины и древесных материалов как наиважнейшего природного композиционного материала.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Органическая химия

Общая и неорганическая химия

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-4: Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья</b> |
| <b>Знать:</b> свойства древесины и целлюлозы; технологию сульфитных и сульфатных способов варки; сущность процессов промывки, сортирования, очистки, отбели и сушки целлюлозы.                                                                                                            |
| <b>Уметь:</b> выбирать рациональные технологические решения для производства различных видов технических целлюлоз в зависимости от их дальнейшего применения.                                                                                                                             |
| <b>Владеть:</b> методами анализа древесины и технических целлюлоз.                                                                                                                                                                                                                        |

### 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. Химический состав древесины и ее физические свойства.                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5                            |                      |                |              | О,Л                           |
| Тема 1. Классификация компонентов древесины. Понятия о полисахаридах древесины, лигнине и экстрактивных веществах.                                                                                                                                                                                                              |                              | 1                    |                | 2            |                               |
| Тема 2. Химический состав древесины хвойных и лиственных пород. Отличия древесины хвойных пород от лиственных по количественным и качественным показателям.                                                                                                                                                                     |                              | 1                    |                | 2            |                               |
| Тема 3. Древесина как анизотропный, капиллярно-пористый материал. Анизотропия, пористость и плотность древесины.                                                                                                                                                                                                                |                              | 1                    |                | 2            |                               |
| Тема 4. Древесина как гигроскопический материал. Влажность древесины, свободная и связанная вода в древесине. Лабораторная работа № 1. Определение влажности.                                                                                                                                                                   |                              | 1                    | 2              | 4            |                               |
| Раздел 2. Анатомическое строение древесины.                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                              |                      |                |              | Ко,Л                          |
| Тема 5. Макроскопическое строение ствола дерева. Понятие о сердцевине, древесине, камбии, слоях коры, сердцевинных лучах; их строение и функции.                                                                                                                                                                                |                              | 2                    |                | 4            |                               |
| Тема 6. Микроскопическое строение древесины хвойных и лиственных пород. Анатомические элементы хвойных и лиственных пород, их строение и выполняемые функции. Лабораторная работа № 2. Микроскопическое исследование древесины хвойных пород. Лабораторная работа № 3. Микроскопическое исследование древесины лиственных пород |                              | 1                    | 4              | 6            |                               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |      |    |       |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|----|-------|------|
| Тема 7. Слои клеточной стенки волокон древесины и их ультраструктура.<br>Распределение химических компонентов по слоям клеточной стенки волокон древесины, понятие о ламеллах.<br>Лабораторная работа № 4. Микроскопическое исследование древесных волокон.<br>Лабораторная работа № 5. Идентификация древесной целлюлозы по породному составу.                                                                                                                                                |   | 2    | 3  | 6     |      |
| Раздел 3. Полисахариды древесины.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |      |    |       |      |
| Тема 8. Классификация и номенклатура полисахаридов древесины.<br>Виды классификаций полисахаридов древесины, понятие о целлюлозе и гемицеллюлозах. Легко- и трудногидролизуемые полисахариды древесины.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   | 3    |    | 3     |      |
| Тема 9. Химическое строение целлюлозы.<br>Надмолекулярная структура целлюлозы. Целлюлоза как аморфно-кристаллический полимер. Особенности химических реакций целлюлозы как полимера. Типы производных целлюлозы.<br>Лабораторная работа № 6. Определение медного числа целлюлозы.<br>Лабораторная работа № 7. Определение степени полимеризации целлюлозы.<br>Лабораторная работа № 8. Определение содержания α-целлюлозы.<br>Лабораторная работа № 9. Определение степени набухания целлюлозы |   | 4    | 8  | 5     | Ко,Л |
| Тема 10. Гемицеллюлозы хвойных и лиственных пород.<br>Особенности химического строения гемицеллюлоз в древесине хвойных и лиственных пород.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   | 1    |    | 3,75  |      |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   | 17   | 17 | 37,75 |      |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   | 0,25 |    |       |      |
| Раздел 4. Лигнин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |      |    |       |      |
| Тема 11. Строение мономерных звеньев лигнина и функциональные группы.<br>Виды фенилпропановых единиц в лигнине. Положения функциональных групп в бензольном кольце и пропановой цепи в ФПЕ.<br>Лабораторная работа № 10. Определение лигнина сернокислым методом                                                                                                                                                                                                                               | 6 | 3    | 6  | 8     | Л,Ко |
| Тема 12. Типы связей в димерных структурах лигнина.<br>Арил-арил, алкил-алкил и алкил-арил связи между ФПЕ. Соотношение этих связей в лигнине.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   | 5    |    | 7     |      |
| Раздел 5. Экстрактивные вещества древесины.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |      |    |       | Ко,Л |

|                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |       |    |        |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------|----|--------|--|
| Тема 13. Понятия об экстрактивных веществах древесины.<br>Классификация экстрактивных веществ и локализация их в древесине. Выделение и разделение экстрактивных веществ.                                                                                              |  | 2     |    | 5      |  |
| Тема 14. Гидрофобные экстрактивные вещества.<br>Терпеновые соединения, живица, скипидар, смоляные кислоты, канифоль, высшие жирные кислоты, жиры и воски древесины.<br>Лабораторная работа № 11. Определение массовой доли веществ, экстрагируемых петролейным эфиром. |  | 3     | 8  | 6      |  |
| Тема 15. Гидрофильные экстрактивные вещества.<br>Фенольные компоненты экстрактивных веществ: лигнаны, флавоноиды, гидроксистильбены, их влияние на процессы варки.<br>Лабораторная работа № 12. Определение массовой доли веществ, экстрагируемых горячей водой.       |  | 2     | 3  | 6      |  |
| Тема 16. Низкомолекулярные компоненты экстрактивных веществ.<br>Простые фенолы, танины (гидролизуемые и негидролизуемые), и их влияние на процессы варки.                                                                                                              |  | 2     |    | 6      |  |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)                                                                                                                                                                                                                                    |  | 17    | 17 | 38     |  |
| Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)                                                                                                                                                                                                                      |  | 2,5   |    | 33,5   |  |
| <b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>                                                                                                                                                                                                                      |  | 70,75 |    | 109,25 |  |

#### 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-4           | Излагает строение и свойства основных компонентов древесины и химическое превращение в процессе ее дальнейшей переработки<br>Выбирает рациональные технологические решения для производства различных видов технических целлюлоз в зависимости от их дальнейшего применения.<br>Проводит химический анализ древесины, определяет основные и физические и химические свойства технической целлюлозы, идентифицирует древесину технической целлюлозы по породному составу. |

##### 5.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций                                                                           |                                      |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                  | Устное собеседование                                                                                                       | Письменная работа                    |
| 5 (отлично)      | Полный исчерпывающий ответ, демонстрирующий глубокие знания по химическому строению и свойствам всех компонентов древесины | Ответить на 5 тестовых вопросов из 5 |
| 4 (хорошо)       | Ответ стандартный без привлечения дополнительных источников                                                                | Ответить на 4 тестовых вопроса из 5  |

|                            |                                                                                                                                                                                                                     |                                     |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|                            | информации. Допускаются небольшие ошибки в теоретическом материале                                                                                                                                                  |                                     |
| 3 (удовлетворительно)      | Ответ неполный, основанный только на лекционном материале. Есть общее понимание о строении древесины, но отсутствуют конкретные знания в некоторых темах                                                            | Ответить на 3 тестовых вопроса из 5 |
| 2<br>(неудовлетворительно) | Отсутствуют знания по базовым темам дисциплины. В ответах на вопросы допущены грубые ошибки. Попытка списывания                                                                                                     | Ответить на 2 тестовых вопроса из 5 |
| Зачтено                    | Обучающийся своевременно выполнил лабораторный практикум и представил результаты в соответствии с требованиями. По содержанию предмета возможно допущение несущественных ошибок в ответах на вопросы преподавателя. |                                     |
| Не зачтено                 | Обучающийся не выполнил (выполнил частично) лабораторный практикум, не представил результаты, допустил существенные ошибки в ответах на вопросы преподавателя.                                                      |                                     |

### 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 5 |                                                                                                                              |
| 1         | Древесина как анизотропный, капиллярно-пористый материал. Пористость древесины. Плотность древесины.                         |
| 2         | Химический состав древесины. Классификация компонентов древесины.                                                            |
| 3         | Химический состав древесины хвойных и лиственных пород                                                                       |
| 4         | Химическое строение целлюлозы.                                                                                               |
| 5         | Классификация волокнистых полуфабрикатов.                                                                                    |
| 6         | Аморфные, кристаллические и аморфно-кристаллические полимеры. Надмолекулярная структура целлюлозы.                           |
| 7         | Межмолекулярное взаимодействие; внутри- и межмолекулярные водородные связи в целлюлозе. Надмолекулярная структура целлюлозы. |
| 8         | Понятие о полидисперсности целлюлозы. Среднее значение молекулярной массы целлюлозы.                                         |
| 9         | Типы производных целлюлозы.                                                                                                  |
| 10        | Действие растворов щелочей на целлюлозу, понятие об $\alpha$ – целлюлозе.                                                    |
| 11        | Механизм реакции гидролиза целлюлозы в кислой среде. Факторы, влияющие на скорость гидролиза.                                |
| 12        | Макроскопическое строение ствола дерева.                                                                                     |
| Семестр 6 |                                                                                                                              |
| 13        | Микроскопическое (анатомическое) строение древесины хвойных пород                                                            |
| 14        | Микроскопическое (анатомическое) строение древесины лиственных пород.                                                        |
| 15        | Слои клеточной стенки волокон древесины и распределение химических компонентов в ней.                                        |
| 16        | Древесина как гигроскопический материал. Влажность древесины. Свободная и связанная вода в древесине.                        |
| 17        | Классификация и номенклатура полисахаридов древесины.                                                                        |
| 18        | Гидролитическая деструкция полисахаридов древесины в разбавленных минеральных кислотах.                                      |
| 19        | Гидролитическая деструкция полисахаридов древесины в концентрированных минеральных кислотах                                  |
| 20        | Деполимеризация полисахаридов древесины в щелочной среде.                                                                    |
| 21        | Лигнин. Строение мономерных звеньев. Функциональные группы.                                                                  |
| 22        | Типы связей в димерных структурах лигнина.                                                                                   |
| 23        | Экстрактивные вещества древесины. Классификация.                                                                             |
| 24        | Экстрактивные вещества древесины, локализация в древесной ткани. Выделение и разделение экстрактивных веществ.               |

|    |                                                                                                                   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 25 | Терпеновые соединения, их номенклатура. Живица, скипидар. Монотерпены древесины                                   |
| 26 | Смоляные кислоты. Живица, канифоль.                                                                               |
| 27 | Высшие жирные кислоты, жиры и воски древесины.                                                                    |
| 28 | Фенольные компоненты экстрактивных веществ. Лигнаны, флавоноиды, гидроксистильбены, их влияние на процессы варки. |
| 29 | Фенольные компоненты экстрактивных веществ. Простые фенолы, таннины, их влияние на процессы варки.                |
| 30 | Экстрактивные вещества древесной коры.                                                                            |
| 31 | Экстрактивные вещества древесной зелени.                                                                          |
| 32 | Химические превращения экстрактивных веществ в процессах делигнификации.                                          |

### 5.3.2 Типовые тестовые задания

1. Под термином «древесина» понимают:  
а) ткань ствола, ветвей и корней (без коры);  
б) ткань ствола, ветвей и корней (с корой);  
в) только ткань ствола (без коры).

Ответ: а.

2. Сердцевина – это:

- а) центральная часть ствола;  
б) первичная древесина;  
в) ядро.

Ответ: а, б.

3. Прозенхимные клетки:

- а) вытянутые по форме;  
б) округлые;  
в) имеют внутреннюю полость.

Ответ: а.

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

Не предусмотрено

## 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

время на подготовку ответа на билет отводится 45 минут

время на подготовку ответа на вопросы зачета отводится 30 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>       |                                                                                                                                                     |                                                         |             |                                                                                                     |
| Э.П. Терентьева, Н.К. Удовенко, Е.А. Павлова   | Химия древесины, целлюлозы и синтетических полимеров [Текст]. Ч.2.: учебное пособие                                                                 | М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП | 2015        | <a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kaftzkm//7.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kaftzkm//7.pdf</a> |
| <b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b> |                                                                                                                                                     |                                                         |             |                                                                                                     |
| Э.И. Евстигнеев [и др.]                        | Химия древесины и синтетических полимеров [Текст]. Ч.1. Строение, свойства, химические реакции и производные целлюлозы: учебно-методическое пособие | М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП | 2010        | <a href="http://nizrp.narod.ru/ximdrevesiny.htm">http://nizrp.narod.ru/ximdrevesiny.htm</a>         |

|                    |                                                                                                                                   |                                                         |      |                                                                                       |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Р.Г. Алиев [и др.] | Химия древесины и синтетических полимеров [Текст]: Ч. 2. Строение и химия древесины и ее компонентов: учебно-методическое пособие | М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП | 2011 | <a href="http://nizrp.narod.ru/chimdrev2.htm">http://nizrp.narod.ru/chimdrev2.htm</a> |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------|

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

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс] URL <http://www.iprbooksshop.ru/>  
 Электронная библиотека ВШТЭ СПбГУПТД [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                                                                                                                                |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска                                                                            |
| А-401                | Электрические плитки, микроскопы, комплект лабораторной посуды                                                                           |
| А-407                | Аппарат ускоренной сушки, фотоколориметры, вакуумный насос, термостат, вытяжные шкафы, весы лабораторные, магнитные мешалки, дистиллятор |