

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.06.01** Технология целлюлозно-бумажного производства, ч.1

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++b150302.07-1\_22-14.plx

Кафедра:  Технологии целлюлозы и композиционных материалов

Направление подготовки:  
 (специальность) 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки:  
 (специализация) Машины и аппараты комплексной переработки возобновляемых ресурсов

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
6	УП	34	17	34	22,75	0,25	3	Зачет
	РПД	34	17	34	22,75	0,25	3	
Итого	УП	34	17	34	22,75	0,25	3	
	РПД	34	17	34	22,75	0,25	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09.08.2021 г. № 728

Составитель (и):

Кандидат химических наук, доцент  
старший преподаватель

Иванов Ю.С.  
Удовенко Н.К.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой технологии целлюлозы и композиционных материалов

Аким Э.Л.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Гаузе А.А.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области: основных направлений переработки биомассы дерева для извлечения ценных компонентов, волокнистых полуфабрикатов, технологии целлюлозы

### 1.2 Задачи дисциплины:

Рассмотреть строение и свойства основных компонентов древесины. Основные технологические пределы целлюлозного завода.

Раскрыть основные направления комплексного использования древесного сырья.

Продемонстрировать особенности древесины, древесных материалов и волокнистых полуфабрикатов при дальнейшей их переработке. Новые направления в области химической технологии производства целлюлозы.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Химия

Современные методы расчета технологических машин и оборудования ЦБП

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-4: Способен выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования; составлять заявки на оборудование и запасные части, подготавливать техническую документацию**

**Знать:** основные и вспомогательные материалы для производства целлюлозы, способы реализации технологических процессов производства, методы эксплуатации оборудования

**Уметь:** выбирать сырье и материалы для производства целлюлозы, использовать прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования..

**Владеть:** навыками выбора основных и вспомогательных материалов, прогрессивных способов реализации технологических процессов производства целлюлозы, методами эксплуатации технологического оборудования

**ПК-7: Способен составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы) и подготавливать отчетность по установленным формам, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества**

**Знать:** основные технологические процессы целлюлозно-бумажного производства и способы их реализации.

**Уметь:** применять современные материалы в процессе эксплуатации технологического оборудования..

**Владеть:** методами выбора основных технологических процессов, соответствующие поставленным задачам

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Древесина – как основной источник сырья для ЦБП и лесохимии	6						Л
Тема 1. Состояние и перспективы ЦБП. Роль комплексного подхода в химической переработке древесины. Роль комплексного подхода к воспроизводству древесного сырья, совершенствованию технологии и улучшению экологических характеристик процессов производства волокнистых полуфабрикатов.		1			1		
Тема 2. Сырьевая база ЦБП. Строение древесины, виды волокон, понятие о древесных тканях. Сравнительная характеристика хвойных и лиственных пород древесины. Лабораторная работа № 1. Микроскопический анализ строения древесины хвойных и лиственных пород.		2		8	1		
Тема 3. Лесохимические производства и их роль в повышение степени использования древесного сырья. Пирогенетические и экстрактивные производства. Энергохимическая переработка древесных отходов. Лабораторная работа № 2. Определение сорбционной способности угля и коллактивита.		2		4	1		
Тема 4. Структура клеточной стенки. Распределение основных компонентов древесины в клеточной стенке. Роль структуры клеточной стенки в производстве волокнистых полуфабрикатов и их переработке.		2			1		
Тема 5. Физические свойства древесины. Гетерокапиллярность и анизотропия древесной ткани. Плотность древесины, влияние плотности на механические свойства древесины, понятие о мягких и твердых породах древесины.		1			1		

<p>Тема 6. Взаимодействие древесной ткани с водой. Абсолютная и относительная влажность древесины, понятие об абсолютно сухой древесине. Водопоглощение и гигроскопичность древесины. Процессы сорбции и набухания, диффузия в клеточных стенках. Свободная и связанная влага в древесине, точка насыщения волокна.</p>	2			1		
<p>Раздел 2. Структурные компоненты древесины. Строение и их свойства.</p>						
<p>Тема 7. Основные химические компоненты древесины. Элементарный состав древесины. Органическая и неорганическая части древесины. Состав неорганической части древесины, зольность древесины. Углеводная и ароматическая части древесины. Компонентный состав древесины хвойных и лиственных пород.</p>	1			1		
<p>Тема 8. Строение и свойства целлюлозы. Строение макромолекулы целлюлозы, степень полимеризации, полидисперсность целлюлозы и ее влияние на свойства целлюлозных материалов. Структура целлюлозы. Взаимодействие целлюлозы со щелочами, щелочная целлюлоза, понятие об α-целлюлозе. Деструкция и окисление целлюлозы в процессах переработки. Лабораторная работа № 3. Набухание технической целлюлозы в воде и 17,5 % растворе NaOH</p>	2		3	1		Л
<p>Тема 9. Строение и свойства гемицеллюлоз. Классификация гемицеллюлоз. Полиурониды, степень полимеризации и строение макромолекул гемицеллюлоз. Поведение гемицеллюлоз в процессах получения волокнистых полуфабрикатов и бумаги.</p>	1			1		
<p>Тема 10. Ароматическая часть древесины. Лигноуглеводный комплекс. Основные структурные элементы лигнина. Связи лигнина с углеводами. Строение макромолекул лигнина, основные типы связей между фенилпропановыми звеньями лигнина. Лабораторная работа № 4. Определение содержания хвойных и лиственных пород древесины в технической щепе.</p>	1		2	2,75		

Тема 11. Свойства лигнина. Методы выделения лигнина. Степень полимеризации лигнина. Химические свойства лигнина, окисление, хлорирование. Промышленное использование технических лигнинов.	2			2		
Раздел 3. Современные технологии варки, промывки и отбелки целлюлозы						
Тема 12. Общая схема СФА. Общая схема, теория и оборудование для варки сульфатной целлюлозы. Лабораторная работа № 5. Анализ белого щелока, исходные данные для сульфатной варки. Сульфатная варка	3	5	4	2		
Тема 13. Промывка целлюлозы. Методы промывки, оборудование для осуществления промывки. Лабораторная работа № 6. Методы определения степени делигнификации целлюлозы. Лабораторная работа № 7. Промывка и сортирование целлюлозы.	3	3	6	1		Л
Тема 14. Отбелка целлюлозы. Теория и технология отбелки. Оборудование для отбелки целлюлозы. Лабораторная работа № 8. Определение степени делигнификации полученной целлюлозы. Лабораторная работа № 9. Отбелка целлюлозы. Определение химических потерь при отбелки.	2	2	4	1		
Раздел 4. Регенерация химикатов при производстве сульфатной целлюлозы.						
Тема 15. Выпаривание щелоков. Теоретические основы выпаривания и применяемое оборудование. Схема и работа выпарных станций. Экономичность варки.	3	2		1		Т
Тема 16. Сжигание щелоков. Теория, технология и оборудование для сжигания щелоков. Три периода сжигания щелоков. Схема содорегенерационного агрегата. Очистка дымовых газов. Очистка газовых выбросов.	3	3		2	ГД	

Тема 17. Каустизация щелоков и регенерация извести. Состав зеленого щелока. Степень каустизации. Технология и оборудование. Лабораторная работа № 10. Анализ зеленого щелока	3	2	3	2		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	17	34	22,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25					
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	85,25			22,75		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-4	Выбирают оборудование, основные и вспомогательные материалы для различных процессов производства целлюлозы, с учетом эксплуатации технологического оборудования, а так же составляют заявки на оборудование. Используют новейшие методы эксплуатации оборудования при выборе сырья и материалов для производства различных видов целлюлозы. Обладают знаниями по эксплуатации оборудования, выбора основных и вспомогательных материалов при новейших способах производства целлюлозы	Вопросы устного собеседования. Практико-ориентированные задания
ПК-7	Демонстрируют навыкам работы с нормативными и технологическими материалами по комплексной переработке древесины и целлюлозно бумажного производства . Составляют отчетную документацию в соответствии с экологическими требованиями и законодательными актами. Умеют разрабатывать проекты производственных циклов с учетом технологический процессов ЦБП.	Вопросы устного собеседования. Практико-ориентированные задания

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
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.	Выполнено практико-ориентированные задание.
Не зачтено	Обучающийся не выполнил (выполнил частично) лабораторный практикум, не представил результаты, допустил существенные ошибки в ответах на вопросы преподавателя.	Практико-ориентированные задание не выполнено или выполнено с ошибками.

##### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

##### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
-------	-----------------------

Семестр 6

1	Роль комплексного использования лесных ресурсов. Четыре направления рационального и экономического использования древесного сырья
2	Микростроение древесины. Понятие о древесных тканях.
3	Микростроение древесных волокон хвойных и лиственных пород древесины
4	Безотходное производство в ЦБП. Перспективы создания безотходных технологий.
5	Пиролитическая переработка древесины. Сырье. Древесный уголь, его характеристики, переработка и применение. Жидкие продукты пиролиза.
6	Канифольно-терпентинное производство.
7	Канифольно-экстрактивное производство.
8	Направления использования вторичных древесных ресурсов. Производство пиллет и древесно-волоконистых плит
9	Строение клеточной стенки. Распределение компонентов древесины в клеточной стенке.
10	Плотность, пористость и проницаемость древесины. Влажность, древесины и взаимодействие с водой.
11	Химический состав древесины. Химический состав структурных компонентов древесины хвойных и лиственных пород.
12	Химическое строение целлюлозы.
13	Степень полимеризации, полидисперсность целлюлозы и ее влияние на свойства целлюлозных материалов.
14	Набухание целлюлозы. Взаимодействие целлюлозы со щелочами. Понятие об $\alpha$ -целлюлозе.
15	Классификация гемицеллюлоз. Строение макромолекул гемицеллюлоз.
16	Лигнин. Структурные единицы лигнина. Функциональные группы.
17	Лигнин связи лигнина с полисахаридами. Лигноуглеводный комплекс.
18	Физические и химические свойства лигнина. Полимераналогичные превращения. Макромолекулярные реакции.
19	Структурная схема производства сульфатной целлюлозы. Состав варочного раствора для сульфатной варки.
20	Периодическая сульфатная варка. Основные операции в работе периодического варочного котла. Непрерывная сульфатная варка. Модифицированная сульфатная варка.
21	Промывка сульфатной целлюлозы. Цель и задачи промывки. Физико-химические процессы и явления, сопровождающие промывку. Оценка результатов промывки целлюлозы. Схема промывной установки
22	Отбелка целлюлозы, реагенты и оборудование применяемое при отбелки целлюлозы.
23	Теоретические основы выпарки. Количество выпариваемой воды, экономичность выпарки. Подготовка черного щелока к выпарке. Выпаривание черного щелока. Применение суперконцентрации для глубокого упаривания черного щелока
24	Количество и состав сухого вещества черного щелока, направляемого на сжигание. Три периода сжигания щелоков. Схема содорегенерационного котлоагрегата
25	Влияние основных факторов на скорость каустизации и на равновесную степень каустизации. Схема установки непрерывной каустизации.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрено

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

1. Определить удельный расход древесины на 1 т. воздушно-сухой целлюлозы? Выход целлюлозы – 50 %; условная плотность древесины – 400 кг/м<sup>3</sup>.

2. Найти объем белого щелока, необходимого для варки 1 т. сульфатной целлюлозы? Выход целлюлозы – 50 %, расход активного щелока на варку – 20 % Na<sub>2</sub>O у а.с.д., концентрация активной щелочи в белом щелоке 100 кг/м<sup>3</sup>.

3. Определить эффективность промывки целлюлозы, если относительная концентрация равна – 0,7, а относительный объем – 1,2

$$\eta = f \cdot m = 0,7 \cdot 1,2 = 0,84$$



### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 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»

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- время на подготовку ответа на вопросы зачета отводится 30 минут;
- при решении задачи разрешено пользоваться калькулятором

## 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>				
Ю.С. Иванов, А.Г. Кузнецов, Л.Ю. Бабкина	Производство сульфатной целлюлозы [Текст]. Ч.II.: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kaftzkm//12.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kaftzkm//12.pdf</a>
Ю.С. Иванов, А.Б. Никандров, А.Г. Кузнецов	Производство сульфатной целлюлозы [Текст] Ч. I.: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2017	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kaftzkm//18.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kaftzkm//18.pdf</a>
Ю.С. Иванов, А.Б. Никандров	Технология целлюлозы. Варочные растворы, варка и отбелка целлюлозы [Текст]: учебно-практическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2014	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kaftzkm/1.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kaftzkm/1.pdf</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
А.Г. Кузнецов	Материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых, специалистов в области целлюлозно-бумажной промышленности, посвященной памяти В.А. Чуйко (Санкт-Петербург, 12 ноября 2018 года) [Текст]. Ч. II	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2018	<a href="https://nizrp.narod.ru/metod/kaftzkm/2018_12_01_01.PDF">https://nizrp.narod.ru/metod/kaftzkm/2018_12_01_01.PDF</a>
А.Ю. Шмаракова, Т.А. Стебунова, Э.Л. Аким	Расчет материального баланса производства картона из вторичных волокон (с использованием компьютерной программы EXCEL) [Текст]: методические указания	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2008	<a href="http://nizrp.narod.ru/raschmaterbalansa.htm">http://nizrp.narod.ru/raschmaterbalansa.htm</a>
Р.Е. Смирнов, Ю.С. Иванов, Л.Л. Парамонова	Технология целлюлозно-бумажного производства [Текст]: учебно-методическое пособие по тестированию для оценки знаний студентов всех специальностей	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2012	<a href="http://nizrp.narod.ru/tehnolog-testy2013.htm">http://nizrp.narod.ru/tehnolog-testy2013.htm</a>

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

Электронно-библиотечная система IRPbooks [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
А-401	Электрические плитки, микроскопы, комплект лабораторной посуды
А-407	Аппарат ускоренной сушки, фотоколориметры, вакуумный насос, термостат, вытяжные шкафы, весы лабораторные, магнитные мешалки, дистиллятор
Б-124	Вытяжные шкафы, сушильные шкафы, водоструйный насос, весы лабораторные, дистиллятор, муфельная печь, вакуумный насос, лабораторные мешалки, установки для отбеливания целлюлозы
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска