

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: _____ ФГОСЗ++b150302.07-3 24-14.plx

Кафедра: 23 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 Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 728

Составитель (и):

Кандидат технических 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

Тотухов Ю.А.

Методический отдел:

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.

Продemonстрировать 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 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	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. Пирогазетические и экстрактивные производства. Энергохимическая переработка древесных отходов. Лабораторная работа № 2. Определение сорбционной способности угля и коллагивита.		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	
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.		2			1	

Раздел 2. Структурные компоненты древесины. Строение и их свойства.					
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.	1			1	
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	2		3	1	
Тема 9. Строение и свойства гемицеллюлоз. Классификация гемицеллюлоз. Полиурониды, степень полимеризации и строение макромолекул гемицеллюлоз. Поведение гемицеллюлоз в процессах получения волокнистых полуфабрикатов и бумаги.	1			1	Л
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.	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	Л

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	
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	
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	T
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				
Всего контактная работа и СР по дисциплине		85,25			22,75	

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-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
ПК-7	Демонстрируют навыки 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 технологических процессов ЦБП.
--	---

5.2 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-ориентированное задание.
Не зачтено	Обучающийся не выполнил (выполнил частично) лабораторный практикум, не представил результаты, допустил существенные ошибки в ответах на вопросы преподавателя.	Практико-ориентированное задание не выполнено или выполнено с ошибками.

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 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 α -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.

5.3.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрено

5.3.3 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/м³.

2. Найти объем белого щелока, необходимого для варки 1 т. сульфатной целлюлозы? Выход целлюлозы – 50 %, расход активного щелока на варку – 20 % Na₂O у а.с.д., концентрация активной щелочи в белом щелоке 100 кг/м³.

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

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

5.4 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 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
6.1.1 Основная учебная литература				
Ю.С.Иванов, Н.К. Удовенко., Д.Ю.Уварова., Э.П. Терентьева	Технология ЦБП : методические указания	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	2020	http://nizrp.narod.ru/metod/kaftzkm/1590617839.pdf
Ю.С. Иванов, А.Г. Кузнецов, В.В. Новожилов	Технология целлюлозы. Промывка и отбелка целлюлозы. Регенерация химикатов. Технологические расчёты [Текст] Ч. II : учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2019	https://nizrp.narod.ru/metod/kaftzkm/2019_10_03_01.pdf
Ю.С. Иванов, А.Г. Кузнецов, В.Н. Селезнёв	Технология целлюлозы. Периодическая сульфатная варка с рекуперацией тепла черного щелока : 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	http://nizrp.narod.ru/metod/kaftzkm/1622558283.pdf
6.1.2 Дополнительная учебная литература				

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	https://nizrp.narod.ru/metod/kaftzkm/2018_12_01_01.PDF
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	http://nizrp.narod.ru/raschmaterbalansa.htm

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 отбелики целлюлозы
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска