

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный лесотехнический университет»  
Кафедра технологий целлюлозно-бумажных производств и переработки  
полимеров (ТЦБПиПП)

**Одобрена:**

Кафедрой ТЦБПиПП  
Протокол от 07.03 2018 г. № 9  
Зав. кафедрой ТЦБПиПП  
\_\_\_\_\_ А.В. Вураско

**Утверждаю:**

Проректор по научной работе  
\_\_\_\_\_ С.В. Залесов  
\_\_\_\_\_ 03 \_\_\_\_\_ 2018 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ОД.8 Химия и физика древесины и ее компонентов

Направление: 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое  
оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве

Направленность (профиль): Технология и оборудование химической перера-  
ботки биомассы дерева; химия древесины

Трудоемкость дисциплины: 3 зачетные единицы, 108 часов

Разработчик  
программы

\_\_\_\_\_

д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой  
ТЦБПиПП А.В. Вураско

Екатеринбург, 2018 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1</b>	<b>ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....</b>	<b>3</b>
2.1	ВВЕДЕНИЕ.....	3
2.2	Цель и задачи преподаваемой учебной дисциплины.....	4
2.3	Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	5
2.4	ТРЕБОВАНИЯ К ЗНАНИЯМ, УМЕНИЯМ И ВЛАДЕНИЯМ, КОТОРЫЕ ДОЛЖНЫ ИМЕТЬ ОБУЧАЮЩИЕСЯ ДО НАЧАЛА (ВХОД) И ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ (ВЫХОД) ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
<b>3</b>	<b>СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>6</b>
3.1	Перечень разделов (модулей) дисциплины.....	6
3.2	Перечень лабораторных работ, практических, семинарских и других видовых учебных занятий.....	10
3.3	Перечень самостоятельной работы обучающихся.....	10
3.4	Контроль результативности учебного процесса по дисциплине и фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	10
<b>4</b>	<b>УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>ТРЕБОВАНИЯ К РЕСУРСАМ, НЕОБХОДИМЫМ ДЛЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>12</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>14</b>
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	14
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	16

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Рабочая программа составлена на основе:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утверждённый приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 г. № 883 (список изменяющихся документов в ред. от 30.04.2015 N 464);

- паспорта специальностей научных работников 05.21.03 Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины.

- учебного плана УГЛТУ по основной профессиональной образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве», направленность (профиль) подготовки – Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины.

## 2. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### 2.1 ВВЕДЕНИЕ

#### *Актуальность и область применения дисциплины*

Химия и физика древесины и ее компонентов – это раздел технической химии, изучающий химический состав древесины, химизм образования, строения и химические свойства веществ составляющих мертвую древесную ткань, методы выделения и анализа этих веществ, а также химическую сущность природных и технологических процессов переработки древесины и ее отдельных компонентов.

Человечество с незапамятных времен использовало древесину в качестве строительного материала и топлива. Однако уже в доисторические времена древесина начала использоваться и в качестве химического сырья. Из древесины получали уголь, используемый в металлургии, деготь, для смоления деревянных судов и канатов, потом, применявшийся в изготовлении стекла. В настоящее время древесина является самым перспективным органическим сырьем. На целлюлозно-бумажных предприятиях из нее производят волокнистые полуфабрикаты, из которых изготавливают бумагу и картон, на заводах лесохимической комплекса древесина перерабатывается на уголь, метанол, уксусную кислоту, экстракцией из нее получают канифоль, скипидар, органические дубители. Производство древесных пластиков и плит использует древесину как армирующую основу древесно-полимерных композиций, а методами химической модификации ей придают новые ценные свойства (биостойкость, негорючесть, гидрофобность и т.д.).

В настоящее время методами химической и химико-механической переработки древесины из нее производится более 60000 наименований соединений, полуфабрикатов, материалов, изделий и продуктов.

Рациональное использование древесины на базе комплексной переработки этого ценнейшего природного сырья является важнейшей задачей на фоне истощения запасов невозобновляемого органического сырья (нефть, уголь, газ). Решение этой задачи целиком и полностью зависит от правильности подходов и полноте использования знаний, накопленных «химией и физикой древесины» – наукой, являющейся теоретической основой всех технологий, использующих древесину или ее отдельные компоненты в качестве химического сырья.

Область применения дисциплины: фундаментальные (теоретические) исследования по проблемам химии и физико-химии древесины и ее компонентов (целлюлозы, гемицеллюлозных полисахаридов, лигнина и др.), отходов химической переработки биомассы дерева и сельскохозяйственного производства, а также ряда не древесных растений; разработку и экспериментально-теоретическое обоснование химических и физико-химических превращений древесной биомассы и ее компонентов в химической технологии; разработку и экспериментально-теоретическое обоснование новых эффективных технологических и энерготехнологических процессов и оборудования переработки древесины, всей биомассы дерева и другого растительного сырья, производства, обработки и переработки целлюлозы, бумаги, целлюлозных композиционных материалов, картона, древесноволокнистых и древесностружечных плит, лесохимических продуктов, а также продуктов и материалов, полученных на основе древесины и ее компонентов методами гидролиза, пиролиза и биохимического синтеза, других композиционных материалов, биотоплива, ценных продуктов сольволиза, пиролиза, ферментолиза, радиолиза, гидрогенолиза, экстракции, химико-механической деструкции и биохимического синтеза на базе растительного сырья, а также последующей обработки и переработки указанных материалов и продуктов; разработку и создание оборудования, машин и аппаратов для реализации химической переработки биомассы дерева.

### ***Роль и место дисциплины в структуре подготовки выпускников***

Данная дисциплина является одной из итоговых дисциплин курса, призванных определять и конкретизировать область будущей профессиональной деятельности обучающегося. Базой для изучения дисциплины является практически весь цикл естественно-научных дисциплин.

### ***Особенности изучения дисциплины***

При изучении дисциплины используется вариативный подход, реализуемый на практических занятиях.

### **Объем дисциплины и виды учебной работы:**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы (108 академических часа).

Виды учебной работы	Объём			
	Очная форма обучения		Заочная форма обучения	
	в ЗЕТ	в акад. час.	в ЗЕТ	в акад. час.
Аудиторная работа:		40		12
В т.ч. лекции		20		6
практические занятия		20		6
Самостоятельная работа		68		92
Контроль - зачет с оценкой		-		4
<b>ВСЕГО</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>108</b>

## **2.2 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРЕПОДАВАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Целью** преподавания дисциплины «Химия и физика древесины и ее компонентов» является изучение физических и химических свойств природных полимеров, химизма различных процессов, способствующих успешному усвоению технологий, связанных с химической переработкой растительного сырья.

**Задачи дисциплины** – углубленное изучение и освоение методик анализа исходного растительного сырья и продуктов из него; изучение альтернативных видов растительного

сырья, как источников исходных веществ (сырья) для химических технологий; приобретение основных экспериментальных навыков по синтезу и исследованию свойств продуктов, полученных из древесины или другого растительного сырья.

### 2.3 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

№	Обеспечивающие	Сопутствующие	Обеспечиваемые
1	Планирование и анализ результатов эксперимента	Современные тенденции эксплуатации и развития машин и оборудования химической переработки биомассы дерева	Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины
2	Химическая и механическая переработка растительного сырья	-	Научные исследования
3	Системный анализ в исследовательской работе	-	Государственный экзамен

### 2.4 ТРЕБОВАНИЯ К ЗНАНИЯМ, УМЕНИЯМ И ВЛАДЕНИЯМ, КОТОРЫЕ ДОЛЖНЫ ИМЕТЬ ОБУЧАЮЩИЕСЯ ДО НАЧАЛА (ВХОД) И ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ (ВЫХОД) ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**До начала изучения дисциплины аспирант должен:**

**Знать:**

- неорганическую и органическую химии; комплексную химическую переработку растительного сырья, химический состав древесины, классификацию компонентов древесины, структуры компонентов древесины; макро- и микроскопическое строение древесинного и недревесного растительного сырья, строение и состав клеточной стенки; понятие о лигнине и его структурных единицах; химическое строение целлюлозы, составлять уравнения типовых химических реакций.

**Уметь:**

- ставить и формулировать задачи научных исследований на основе результатов поиска, обработки и анализа научно-технической информации;

**Владеть:**

- методикой разработки мероприятий по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изыскание способов утилизации отходов производства;
- методикой разработки технологических нормативов на расход сырья и вспомогательных материалов.

**Иметь представление:**

- о полимерном строении вещества;
- о классификации и классах высокомолекулярных соединений.

**После окончания изучения дисциплины аспирант должен:**

**Знать:**

- основные направления переработки биомассы дерева и утилизации отходов производства;
- структуру формирования (изложения) нормативной документации;

**Уметь:**

- разрабатывать технологические решения по оптимизации и повышению эффективности звеньев технологической цепи;
- излагать технические данные в формате регламентирующих документов.

**Владеть:**

- методами оптимизации технологических процессов;
- методами разработки нормативной и технической документации.

После изучения дисциплины аспирант должен обладать **следующими компетенциями:**

**профессиональными:**

ПК-3 – готовностью к совершенствованию технологического процесса – разработке мероприятий по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изысканию способов утилизации отходов производства;

ПК-5 – способностью разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию.

**3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ****3.1 ПЕРЕЧЕНЬ И СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ (МОДУЛЕЙ) ДИСЦИПЛИНЫ**

№ Раздела, модуля, подраздела, пункта, подпункта	Содержание	Количество часов				Рекомендуемая литература /примечание/	Код формируемых компетенций
		Аудиторная		Самостоятельная			
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения	Очная форма обучения	Заочная форма обучения		
<b>Часть 1. Введение в курс</b>							
1.1	Цели и задачи дисциплины	1	0	4	4	1, 4, 7 10	ПК-3 ПК-5
1.2	Комплексное использование древесины как путь создания ресурсосберегающих, экологически чистых технологий.	2	1	4	4	1, 4, 7 10	ПК-3 ПК-5
1.3	Направления и способы химической переработки древесины и древесных отходов	4	1	4	4	1, 4, 7 10, 6	ПК-3 ПК-5
<b>Часть 2. Структура и ультраструктура растительного сырья</b>							
2.1	Структура и ультраструктура древесины.	2	1	4	6	2,3,9	ПК-3 ПК-5
2.2	Структура и ультраструктура недревесного растительного сырья	2	1	4	6	2,3,9	ПК-3 ПК-5
<b>Часть 3. Компоненты древесной клеточной стенки</b>							
3.1	Холоцеллюлоза, целлюлоза	2	1	4	6	2,8,11	ПК-3 ПК-5
3.2	Гемицеллюлозы	2	1	4	6	2,8,11	ПК-3 ПК-5
3.3	Лигнин	4	1	4	4	2,8, 11-13	ПК-3 ПК-5

3.4	Экстрактивные вещества	2	1	4	4	2,8,5, 11	ПК-3 ПК-5
<b>Часть 4. Химические превращения целлюлозы</b>							
4.1.	Особенности химических реакций целлюлозы, как полимера	2	1	4	6	2,3, 9,11	ПК-3 ПК-5
4.2	Деструкция целлюлозы	2	0	4	6	2,3, 9,11	ПК-3 ПК-5
4.3	Окисление целлюлозы	2	0	4	6	2,3, 9,11	ПК-3 ПК-5
4.4	Растворение целлюлозы	2	0	4	6	2,3, 9,11	ПК-3 ПК-5
4.5	Сложные эфиры целлюлозы	2	1	4	6	2,3, 9,11	ПК-3 ПК-5
4.6	Простые эфиры целлюлозы	2	1	4	6	2,3, 9,11	ПК-3 ПК-5
<b>Часть 5. Взаимодействие древесины и целлюлозы с водой</b>							
5.1	Свободная и связанная вода в древесине	3	0,5	4	6	2,3, 9,11	ПК-3 ПК-5
5.2	Физические (релаксационные) состояния целлюлозы	2	0,5	4	6	2,3, 9,11	ПК-3 ПК-5
	<b>Всего</b>	<b>40</b>	<b>12</b>	<b>68</b>	<b>92</b>		

## ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

### 1. Введение в курс «Химия и физика древесины и ее компонентов»

1.1. Цели и задачи дисциплины.

1.2. Комплексное использование древесины как путь создания ресурсосберегающих, экологически чистых технологий. Направления и способы химической переработки древесины и древесных отходов

### 2. Структура и ультраструктура растительного сырья

2.1. Структура и ультраструктура древесины.

Анатомические аспекты. Элементы дерева, его составные части в поперечном разрезе ствола. Анатомическое строение древесины растений. Основные виды, строение и свойства тканей и клеток древесины хвойных и лиственных пород. Микроскопическое и субмикроскопическое строение клеточных стенок древесины. Физические свойства древесины. Капиллярно-пористая структура древесины. Плотность и пористость древесины. Химический состав древесины хвойных и лиственных пород. Представление о древесном веществе как многокомпонентной полимерной композиции. Различия в строении, составе и свойствах древесины в зависимости от возраста, условий произрастания, расположения в стволе и других частях дерева. Кренево-ткань. Ультраструктура клеточной стенки. Функциональные элементы проводящей системы. Морфология клеток древесной ткани. Комплексное использование древесины как путь создания ресурсосберегающих, экологически чистых технологий.

2.2. Структура и ультраструктура недревесного растительного сырья.

Морфологические характеристики сырья. Основные анатомические признаки волокнистого сырья из однолетних растений. Лубяные культуры, используемые в ЦБП. Хлопчатник. Хлопковое волокно, хлопковый линт, циклонный пух, стебли хлопчатника (гуза-пая), проблема их комплексного использования. Солома. Тростник. Багасса как сырье для химической переработки. Особенности строения, состава и свойств. Другие виды недревесного растительного сырья.

### 3. Компоненты древесной клеточной стенки

### 3.1. Холоцеллюлоза. Понятие холоцеллюлозы. Методы определения.

#### Целлюлоза.

Распределение и роль в природе. Биосинтез целлюлозы. Недревесная целлюлоза (хлопковая целлюлоза, бактериальная целлюлоза). Строение молекул целлюлозы, ее формула. Характер связи между ангидрогликозидными звеньями. Функциональные группы целлюлозы. Молекулярная масса и полидисперсность целлюлозы, методы определения. Структура целлюлозы. Фазовое состояние целлюлозы и ее производных. Типы связей между макромолекулами целлюлозы. Надмолекулярная структура целлюлозы. Структурные модификация целлюлозы. Структурная неоднородность целлюлозы. Физическое (релаксационное) состояние целлюлозы. Качественное и количественное определение целлюлозы. Технические целлюлозы и их анализ.

### 3.2. Гемичеселлюлозы.

Содержание в древесине разных пород. Классификация и строение гемичеселлюлоз. Надмолекулярное строение и расположение в клеточных стенках. Отличие от целлюлозы по химическим и физическим свойствам. Особенности строения и свойств полиуронидов. Характер связей между элементарными звеньями.

Гексозаны, пентозаны. Смешанные полисахариды. Их содержание и особенности строения в древесине лиственных и хвойных пород, химические свойства и превращения под действием кислот и щелочей. Значение гемичеселлюлоз в целлюлозно-бумажном производстве: поведение гемичеселлюлоз при различных способах варки, при получении бумаги, их роль в формировании свойств технической целлюлозы, бумаги, картона. Практически важные продукты, получаемые на основе гемичеселлюлоз (сахара, фурфурол, спирты, органические кислоты и т.д.). Методы анализа гемичеселлюлоз.

### 3.3. Лигнин

#### 3.3.1 Строение и свойства лигнина

Понятие о лигнинах. Природный лигнин и препараты лигнина. Пространственная структура и неоднородность лигнина. Лигнификация клеточной стенки. Качественное определение лигнина. Методы выделения лигнина. Кислотный, периодатный и медноаммиачный лигнины. Органорастворимые лигнины. Нативные лигнины, ферментные лигнины, лигнины молотой древесины. Гидротропный лигнин. Понятие о технических лигнинах. Методы количественного определения лигнина. Химическое строение лигнина. Элементный состав. Функциональные группы лигнина и методы их определения. Основные типы связей и димерных структур в макромолекулах лигнина. Конденсированные структуры. Основные типы связей лигнина с углеводами.

#### 3.3.2 Химические свойства и реакции лигнина

Особенности химических реакций лигнина. Окисление лигнина. Взаимодействие лигнина с хлором и азотной кислотой. Гидрирование и гидрогенолиз лигнина. Сольватическая деструкция лигнина. Реакции сшивания цепей (реакции конденсации). Взаимодействие лигнина с фенолами. Термическая деструкция лигнина.

3.3.3. Химические реакции лигнина в процессах делигнификации. Сульфонирование, деструкция и конденсация лигнина под действием сульфитных варочных растворов в кислой, нейтральной и щелочных средах. Строение и свойства лигносульфонатов. Экологические проблемы. Реакции деструкции и конденсации лигнина под действием щелочных варочных растворов. Деструкция лигнина в щелочной среде с участием антрахинона. Реакции деструкции лигнина под действием окислителей в кислой, нейтральной и щелочной средах.

### 3.4. Экстрактивные вещества.

Классификация экстрактивных веществ и их практическое значение. Живица и ее химический состав. Смола и летучие масла. Терпены, смоляные и жирные кислоты. Стерины. Танины. Роль экстрактивных веществ в целлюлозно-бумажном производстве. Пектиновые вещества.



#### **4. Химические превращения целлюлозы**

4.1. Особенности химических реакций целлюлозы, как полимера.

4.2. Действие на целлюлозу гидроксидов щелочных металлов

Понятие о соединениях включения. Состав щелочной целлюлозы, ее структурные модификации. Набухание и растворение целлюлозы в щелочах. Действие на целлюлозу аммиака и аминов. Взаимодействие целлюлозы с комплексными соединениями поливалентных металлов (гидроксиды металлов и др.). Действие на целлюлозу растворов солей. Активация и повышение реакционной способности целлюлозы.

4.3. Деструкция целлюлозы

Гидролиз и алкоголиз целлюлозы. Состав и свойства продуктов гидролиза целлюлозы. Гидролиз концентрированными и разбавленными кислотами. Порошковая и микрокристаллическая целлюлоза. Алкоголиз и ацетолиз целлюлозы. Действие безводных галоидводородов. Термическая деструкция целлюлозы. Фотохимическая деструкция. Деструкция целлюлозы под действием ионизирующих излучений (радиационная деструкция). Ферментативное расщепление целлюлозы.

4.4. Окисление целлюлозы.

Избирательное окисление целлюлозы. Окисление первичных спиртовых групп. Окисление вторичных спиртовых групп. Химические превращения продуктов избирательного окисления целлюлозы. Неизбирательное окисление целлюлозы. Снижение молекулярной массы целлюлозы в процессе окисления. Свойства препаратов окисленной целлюлозы. Окисление эфиров целлюлозы.

4.5. Растворение целлюлозы

Природа межмолекулярных взаимодействий в целлюлозе и его роль в процессе растворения. Роль водородных связей. Растворение целлюлозы в прямых и комплексобразующих растворителях.

4.6. Сложные эфиры целлюлозы

Методы синтеза сложных эфиров целлюлозы. Химические реакции при синтезе. Распределение заместителей в препаратах частично замещенных эфиров целлюлозы. Эфиры неорганических кислот. Нитраты (азотнокислые эфиры) целлюлозы. Эфиры угольной и тиугольной кислот и их соли (ксантогенаты целлюлозы). Сульфаты (сернокислые эфиры) целлюлозы. Другие эфиры целлюлозы и неорганических кислот. Эфиры целлюлозы и сульфокислот. Практическое использование сложных эфиров целлюлозы. Применение эфиров целлюлозы в мембранной технологии.

4.7. Простые эфиры целлюлозы

Методы синтеза простых эфиров целлюлозы. Метилцеллюлоза, этилцеллюлоза, их свойства и применение. Другие простые эфиры целлюлозы.

#### **5. Взаимодействие древесины и целлюлозы с водой.**

5.1. Свободная и связанная вода в древесине. Смачивание и набухание целлюлозы. Сорбция паров воды целлюлозой.

5.2. Изменение физического (релаксационного) состояния целлюлозы при ее взаимодействии с водой и при сушке. Усадочные напряжения, возникающие при сушке целлюлозы, их роль в процессах получения бумаги и целлюлозы для химической переработки. Инклюдирование.

### 3.2 ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ, ПРАКТИЧЕСКИХ, СЕМИНАРСКИХ И ДРУГИХ ВИДОВЫХ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	№ раздела	Наименование лабораторных (практических, семинарских) и др. видов учебных занятий	Количество часов		Рекомендуемая литература /примечания/
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения	
1	2	Анатомические и морфологические особенности древесного и недревесного растительного сырья	4	2	2,3, 9,11
2	4	Особенности химических реакций целлюлозы, как полимера, при взаимодействии с гидроксидами щелочных металлов, окислителями, при растворении.	4	2	2,3, 9,11
3	4	Химизм реакций получения простых и сложных эфиров целлюлозы	4	-	2,3, 9,11
4	5	Теоретические основы усадочных напряжений, возникающих при сушке целлюлозы, их роль в процессах получения бумаги	4	2	2,3, 9,11
<b>ИТОГО</b>			<b>20</b>	<b>6</b>	

### 3.3 ПЕРЕЧЕНЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Вид работы	Содержание	Количество часов		Учебно-методическое обеспечение
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения	
Текущая проработка теоретического материала	В соответствии с содержанием лекционных занятий	56	90	Лит-ра из п. 4 данной программы
Подготовка к зачету, в т.ч. контроль	В соответствии с вопросами (Приложение 1)	12	6	Лит-ра из п. 4 данной программы
<b>Всего</b>		<b>68</b>	<b>96</b>	

График самостоятельной работы установлен в графике учебных занятий в строке «Самостоятельная работа».

### 3.4 КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущий контроль состоит в представлении конспекта лекций и отчетов по практическим занятиям.

Промежуточная аттестация осуществляется в виде зачета в письменной форме в виде

ответа аспиранта на билет. Билет состоит из трех вопросов. Тематика трех вопросов представлена в приложении 1 к данной программе.

Фонд оценочных средств приведен в приложении 2.

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Реквизиты источника	Год издания	Количество экземпляров в научной библиотеке
<b>Основная литература</b>			
1	Пен, Р.З. Комплексная химическая переработка древесины: учеб. пособие для студентов всех форм обучения по специальности "Технология хим. переработки древесины" / Р.З. Пен, Т.В. Рязанова. - Красноярск: СибГТУ, 2012. -158 с.	2012	50
2	Азаров, В.И. Химия древесины и синтетических полимеров / В. И. Азаров, А. В. Буров, А. В. Оболенская. - [Б. м.] : Издательство "Лань", 2010. 624 с. – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=582">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=582</a>	2010	Электронный ресурс
3	Костюкевич, Н.Г. Химия древесины и синтетических полимеров. Химия древесины: учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.Г. Костюкевич. – Спб.: СПбГЛТУ, 2011. – 91 с. – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45423">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45423</a>	2011	Электронный ресурс
4	Гамова, И.А. Комплексная химическая переработка древесины: текст лекций [Электронный ресурс] / И.А. Гамова. – Спб.: СПбГЛТУ, 2012. – 56 с. – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45260">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45260</a>	2012	Электронный ресурс
5	Гелес И.С. Древесная фитомасса. Иной взгляд. Утерянные возможности / И.С. Гелес. - Петрозаводск: [б. и.], 2012. - 420 с.	2012	17
6	<b>Комплексная переработка и использование древесных отходов</b> [Текст] : библиогр. указатель для студентов очной и заоч.-дистанц. форм обучения, а также для науч. и практ. работы преподавателей, науч. работников, аспирантов и специалистов, занимающихся данной темой / Сибирский гос. технолог. ун-т ; [сост. Н. А. Юдина]. - Красноярск : СибГТУ, 2011. - 60 с.	2011	1
<b>Дополнительная литература</b>			
7	Пен Р.З. Комплексная химическая переработка древесины. Введение в специальность: учеб. пособие для студентов всех форм обучения по специальности "Технология хим. переработки древесины" / Р. З. Пен, Т. В. Рязанова. - Изд. 2-е. - Красноярск: СибГТУ, 2012. - 158 с.	2012	50
8	Вураско А.В. Применение антрахинона в целлюлозно-бумажной промышленности: монография. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2006. - 272 с.	2006	32
9	Кононов Г.Н. Химия древесины и ее основных компонентов: учеб. пособие для студентов специальностей 260300, 260200 / Г.Н. Кононов. - М.: МГУЛ, 1999. - 248 с.	1999	50

10	Комплексная химическая переработка древесины: учебник для вузов / Под ред. И.Н. Ковернинского. – Архангельск: Изд-во Архангельск. гос. техн. ун-та, 2002. - 348 с.	2002	55
11	Оболенская А.В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы / А.В. Оболенская, З.П. Ельницкая, А.А. Леонович. - М: Экология, 1991. - 320 с.	1991	5
12	Оболенская А.В. Химия лигнина: учеб. пособие / А.В. Оболенская. - СПб.: СПбЛТА, 1993. - 78 с.	1993	2
13	Карманов А. П. Самоорганизация и структурная организация лигнина / А.П. Карманов. - Екатеринбург: УрО РАН, 2004. - 268 с.	2004	2

**Нормативно-справочная литература, необходимая для изучения дисциплины**  
Нет необходимости

**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**  
Химия растительного сырья: учебное пособие / А.В. Вураско [и др.]. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2013. - 90 с.

**Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**  
Нет необходимости

**Методические рекомендации (руководства, указания) и другие материалы**  
Нет необходимости

**Доступ к электронно-библиотечной системе**

Название	Тип	Адрес ссылки на ресурс	Тип доступа
Электронный архив УГЛТУ	ЭБ	<a href="http://elar.usfeu.ru">http://elar.usfeu.ru</a>	открытый
«Znanium.com»	ЭБС	<a href="http://www.znanium.com">http://www.znanium.com</a>	авторизированный
«Лань»	ЭБС	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	авторизированный

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины.**  
Нет необходимости

## 5. ТРЕБОВАНИЯ К РЕСУРСАМ, НЕОБХОДИМЫМ ДЛЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Требования к:**

- **информационно коммуникационным средствам, техническим средствам обучения**  
Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к одной или нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам) и к электронной информационно-образовательной среде организации. Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации
- **перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля).**
  - Федеральный портал. Российское образование. <http://www.edu.ru/>

– Российский образовательный портал. <http://www.school.edu.ru/default.asp>

- ***выходу в Интернет***

Электронно-библиотечная система (электронная библиотека) и электронная информационно-образовательная среда обеспечивают возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и отвечают техническим требованиям организации, как на территории организации, так и вне ее.

- ***перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)***

- слайд-лекции;

- ***описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).***

УГЛТУ имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

*Занятия лекционного типа:*

- аудитория УЛК-5-317 площадью 30 м<sup>2</sup>, оснащенная презентационной и мультимедийной техникой (проектор, экран, ноутбук);
- комплект электронных презентаций/слайдов.

*Практические занятия:*

- специализированная лаборатория «Лаборатория химия древесины» УЛК-5-307 площадью 45 м<sup>2</sup>;
- микроскопы, инструмент для лабораторного препарирования, набор готовых срезов растительного сырья, набор препаратов для мацерации, весы аналитические – 2 шт., установки для экстрагирования, муфельная печь сушильный шкаф, лабораторное оборудование;
- в достаточном количестве химические реактивы и лабораторная посуда.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Перечень вопросов к зачету

#### 1. Структура и ультраструктура растительного сырья

1. Основные виды, строение и свойства тканей и клеток древесины хвойных и лиственных пород.
2. Микроскопическое и субмикроскопическое строение клеточных стенок древесины.
3. Физические свойства древесины.
4. Представление о древесном веществе как многокомпонентной полимерной композиции.
5. Различия в строении, составе и свойствах древесины в зависимости от возраста, условий произрастания, расположения в стволе и других частях дерева.
6. Анатомическое строение, химический состав и свойства коры.
7. Комплексное использование древесины как путь создания ресурсосберегающих, экологически чистых технологий.
8. Хлопковое волокно, хлопковый линт, стебли хлопчатника (гуза-пая), проблема их комплексного использования.
9. Багасса как сырье для химической переработки. Особенности строения, состава и свойств.
10. Направления и способы химической переработки древесины и древесных отходов.
11. Особенности строения, состава и свойств недревесного растительного сырья.

## **2. Компоненты древесной клеточной стенки**

### *2.1. Целлюлоза*

12. Распределение и роль в природе. Биосинтез целлюлозы.
13. Недревесная целлюлоза (хлопковая целлюлоза, бактериальная целлюлоза).
14. Строение молекул целлюлозы, ее формула. Характер связи между ангидрогликозидными звеньями. Функциональные группы целлюлозы.
15. Молекулярная масса и полидисперсность целлюлозы, методы определения.
16. Типы связей между макромолекулами целлюлозы. Надмолекулярная структура целлюлозы. Структурная неоднородность целлюлозы.

### *2.2. Гемицеллюлозы*

17. Классификация и строение гемицеллюлоз.
18. Надмолекулярное строение и расположение в клеточных стенках.
19. Отличие от целлюлозы по химическим и физическим свойствам.
20. Особенности строения и свойств полиуронидов.
21. Смешанные полисахариды. Их содержание и особенности строения в древесине лиственных и хвойных пород, химические свойства и превращения под действием кислот и щелочей.
22. Значение гемицеллюлоз в целлюлозно-бумажном производстве: поведение гемицеллюлоз при различных способах варки, при получении бумаги, их роль в формировании свойств технической целлюлозы, бумаги, картона.
23. Практически важные продукты, получаемые на основе гемицеллюлоз (сахара, фурфурол, спирты, органические кислоты и т.д.). Методы анализа гемицеллюлоз.

### *2.3. Лигнин*

24. Содержание и различия в строении лигнинов в древесине лиственных и хвойных пород. Размещение лигнина в тканях и клеточных стенках.
25. Биосинтез лигнина. Лигнинный полимер в древесине, его связь с другими компонентами.
26. Основные типы связей между фенилпропановыми звеньями макромолекул лигнина.
27. Полимерные свойства лигнина и его производных.
28. Методы выделения и анализа лигнина. Виды и свойства технических лигнинов.
29. Реакционная способность лигнина.
30. Практическое использование лигнинных веществ – отходов целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности, и развитие исследований в данном направлении, обеспечивающем более полное и комплексное использование древесного сырья.

### *2.4. Экстрактивные вещества дерева*

31. Классификация экстрактивных веществ и их практическое значение.

32. Живица и ее химический состав. Технические и нормативные требования к продуктам.
33. Смола и летучие масла.
34. Терпены, смоляные и жирные кислоты.
35. Стерины.
36. Таннины.
37. Роль экстрактивных веществ в целлюлозно-бумажном производстве.

#### 4. Химические превращения целлюлозы

38. Гидролиз целлюлозы. Состав и свойства продуктов гидролиза целлюлозы.
39. Гидролиз концентрированными и разбавленными кислотами.
40. Порошковая и микрокристаллическая целлюлоза. Технические и нормативные требования к продуктам.
41. Термическая деструкция целлюлозы.
42. Фотохимическая деструкция.
43. Деструкция целлюлозы под действием ионизирующих излучений (радиационная деструкция).
44. Ферментативное расщепление целлюлозы.
45. Избирательное окисление целлюлозы. Окисление первичных спиртовых групп. Окисление вторичных спиртовых групп.
46. Химические превращения продуктов избирательного окисления целлюлозы. Неизбирательное окисление целлюлозы.
47. Снижение молекулярной массы целлюлозы в процессе окисления.
48. Природа межмолекулярных взаимодействий в целлюлозе и его роль в процессе растворения. Роль водородных связей.
49. Растворение целлюлозы в прямых и комплексообразующих растворителях.

##### 4.1. Сложные эфиры целлюлозы

50. Методы синтеза сложных эфиров целлюлозы. Химические реакции при синтезе.
51. Эфиры неорганических кислот.
52. Нитраты (азотнокислые эфиры) целлюлозы.
53. Эфиры угольной и тиугольной кислот и их соли (ксантогенаты целлюлозы).

##### 4.2. Простые эфиры целлюлозы

54. Методы синтеза простых эфиров целлюлозы.
55. Метилцеллюлоза, этилцеллюлоза, их свойства и применение. Технические и нормативные требования к продуктам.
56. Другие простые эфиры целлюлозы.

#### 5. Взаимодействие древесины и целлюлозы с водой

57. Свободная и связанная вода в древесине.
58. Смачивание и набухание целлюлозы. Сорбция паров воды целлюлозой.
59. Изменение физического (релаксационного) состояния целлюлозы при ее взаимодействии с водой и при сушке.
60. Усадочные напряжения, возникающие при сушке целлюлозы, их роль в процессах получения бумаги и целлюлозы для химической переработки.

## Приложение 2

### Фонд оценочных средств по дисциплине «Химия и физика древесины и ее компонентов»

*Таблица освоенности компетенций*

Компетенция	Вопросы
-------------	---------

<p>ПК-3 – готовность к совершенствованию технологического процесса – разработке мероприятий по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изысканию способов утилизации отходов производства;</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные виды, строение и свойства тканей и клеток древесины хвойных и лиственных пород.</li> <li>2. Микроскопическое и субмикроскопическое строение клеточных стенок древесины.</li> <li>3. Физические свойства древесины.</li> <li>4. Представление о древесном веществе как многокомпонентной полимерной композиции.</li> <li>5. Различия в строении, составе и свойствах древесины в зависимости от возраста, условий произрастания, расположения в стволе и других частях дерева.</li> <li>6. Анатомическое строение, химический состав и свойства коры.</li> <li>7. Комплексное использование древесины как путь создания ресурсосберегающих, экологически чистых технологий.</li> <li>8. Хлопковое волокно, хлопковый линт, стебли хлопчатника (гуза-пая), проблема их комплексного использования.</li> <li>9. Багасса как сырье для химической переработки. Особенности строения, состава и свойств.</li> <li>10. Направления и способы химической переработки древесины и древесных отходов.</li> <li>11. Особенности строения, состава и свойств недревесного растительного сырья.</li> <li>12. Распределение и роль в природе. Биосинтез целлюлозы.</li> <li>13. Недревесная целлюлоза (хлопковая целлюлоза, бактериальная целлюлоза).</li> <li>14. Строение молекул целлюлозы, ее формула. Характер связи между ангидрогликозидными звеньями. Функциональные группы целлюлозы.</li> <li>15. Молекулярная масса и полидисперсность целлюлозы, методы определения.</li> <li>16. Типы связей между макромолекулами целлюлозы. Надмолекулярная структура целлюлозы. Структурная неоднородность целлюлозы.</li> <li>17. Классификация и строение гемицеллюлоз.</li> <li>18. Надмолекулярное строение и расположение в клеточных стенках.</li> <li>19. Отличие от целлюлозы по химическим и физическим свойствам.</li> <li>20. Особенности строения и свойств полиуронидов.</li> <li>21. Смешанные полисахариды. Их содержание и особенности строения в древесине лиственных и хвойных пород, химические свойства и превращения под действием кислот и щелочей.</li> <li>22. Значение гемицеллюлоз в целлюлозно-бумажном производстве: поведение гемицеллюлоз при различных способах варки, при получении бумаги, их роль в формировании свойств технической целлюлозы, бумаги, картона.</li> </ol>
--	---



23. Практически важные продукты, получаемые на основе гемицеллюлоз (сахара, фурфурол, спирты, органические кислоты и т.д.). Методы анализа гемицеллюлоз.
24. Содержание и различия в строении лигнинов в древесине лиственных и хвойных пород. Размещение лигнина в тканях и клеточных стенках.
25. Биосинтез лигнина. Лигнинный полимер в древесине, его связь с другими компонентами.
26. Основные типы связей между фенилпропановыми звеньями макромолекул лигнина.
27. Полимерные свойства лигнина и его производных.
28. Реакционная способность лигнина.
29. Практическое использование лигнинных веществ – отходов целлюлозно-бумажной промышленности, и развитие исследований в данном направлении, обеспечивающем более полное и комплексное использование древесного сырья. Технические требования к продуктам.
30. Классификация экстрактивных веществ и их практическое значение.
31. Живица и ее химический состав. Технические и нормативные требования к продуктам.
32. Смола и летучие масла.
33. Терпены, смоляные и жирные кислоты.
34. Стерины.
35. Таннины.
36. Роль экстрактивных веществ в целлюлозно-бумажном производстве.
37. Гидролиз целлюлозы. Состав и свойства продуктов гидролиза целлюлозы.
38. Гидролиз концентрированными и разбавленными кислотами.
39. Порошковая и микрокристаллическая целлюлоза. Технические и нормативные требования к продуктам.
40. Термическая деструкция целлюлозы.
41. Фотохимическая деструкция.
42. Деструкция целлюлозы под действием ионизирующих излучений (радиационная деструкция).
43. Ферментативное расщепление целлюлозы.
44. Избирательное окисление целлюлозы. Окисление первичных спиртовых групп. Окисление вторичных спиртовых групп.
45. Химические превращения продуктов избирательного окисления целлюлозы. Неизбирательное окисление целлюлозы.
46. Снижение молекулярной массы целлюлозы в процессе окисления.
47. Природа межмолекулярных взаимодействий в целлюлозе и его роль в процессе растворения. Роль водородных связей.

	<p>48. Растворение целлюлозы в прямых и комплексобразующих растворителях.</p> <p>49. Химические реакции при синтезе.</p> <p>50. Эфиры неорганических кислот.</p> <p>51. Нитраты (азотнокислые эфиры) целлюлозы. Технические и нормативные требования к продуктам.</p> <p>52. Эфиры угольной и тиугольной кислот и их соли (ксантогенаты целлюлозы).</p> <p>53. Карбоксиметилцеллюлоза, этилцеллюлоза, их свойства и применение. Технические и нормативные требования к продуктам.</p> <p>54. Другие простые эфиры целлюлозы.</p> <p>55. Свободная и связанная вода в древесине.</p> <p>56. Смачивание и набухание целлюлозы. Сорбция паров воды целлюлозой.</p> <p>57. Изменение физического (релаксационного) состояния целлюлозы при ее взаимодействии с водой и при сушке.</p> <p>58. Усадочные напряжения, возникающие при сушке целлюлозы, их роль в процессах получения бумаги и целлюлозы для химической переработки.</p>
<p>ПК-5 – способность разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы выделения и анализа лигнина. Виды и свойства технических лигнинов.</li> <li>2. Методы синтеза простых эфиров целлюлозы.</li> <li>3. Методы синтеза сложных эфиров целлюлозы.</li> <li>4. Практическое использование лигнинных веществ – отходов целлюлозно-бумажной промышленности, и развитие исследований в данном направлении, обеспечивающем более полное и комплексное использование древесного сырья. Технические и нормативные требования к продуктам.</li> <li>5. Нитраты (азотнокислые эфиры) целлюлозы. Технические и нормативные требования к продуктам.</li> <li>6. Карбоксиметилцеллюлоза, этилцеллюлоза, их свойства и применение. Технические и нормативные требования к продуктам.</li> <li>7. Порошковая и микрокристаллическая целлюлоза. Технические и нормативные требования к продуктам.</li> <li>8. Живица и ее химический состав. Технические и нормативные требования к продуктам.</li> </ol>

<p>Оценка сформированных компетенций</p>	<p>Критерии</p>
--	-----------------

«5» (отлично)	Теоретическое содержание курса освоено полностью, компетенции сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены
«4» (хорошо)	Теоретическое содержание курса освоено полностью, компетенции сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями
«3» (удовлетворительно)	Теоретическое содержание курса освоено частично, компетенции сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки
«2» (неудовлетворительно)	Теоретическое содержание курса не освоено, компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий