

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Директор ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН,  
чл.-корр. РАН**



И.Н. Болотов

25 ноября 2024 г.

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В АСПИРАНТУРУ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**ТЕХНОЛОГИЯ И ПЕРЕРАБОТКА СИНТЕТИЧЕСКИХ  
И ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ И КОМПОЗИТОВ**

Научная специальность  
**2.6.11 Технология и переработка синтетических  
и природных полимеров и композитов**

Архангельск  
2024

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛА:**

Ст. науч. сотр. лаборатории  
химии растительных  
биополимеров Института  
экологических проблем  
Севера ФГБУН ФИЦКИА  
УрО РАН, канд. хим. наук

  
подпись


Н.А. Горшкова 25.11.2024  
дата

**РАССМОТРЕНО:**

Программа рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании  
Ученого совета ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН 25 ноября 2024 г., протокол № 9.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующая научно-  
образовательным центром  
ФГБУН ФИЦКИА УрО  
РАН, канд. хим. наук

  
подпись

С.Е. Тельтевская 25.11.2024  
дата

## ВВЕДЕНИЕ

Программа предназначена для поступающих в аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук (ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН) по научной специальности 2.6.11 Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов (по техническим и химическим наукам).

Вступительное испытание по специальной дисциплине является составным элементом конкурсного отбора при поступлении в аспирантуру. Цель экзамена – установить глубину знаний претендента, уровень подготовленности к научно-исследовательской работе.

В основу программы положен целый ряд дисциплин по основным направлениям технологии и переработки синтетических и природных полимеров и композитов, химической переработки биомассы растительного сырья, химии древесины, технологии целлюлозно-бумажного производства, технологии биологически активных веществ.

Программа включает все основные направления современной теории и технологий переработки растительного сырья, в которых поступающий в аспирантуру по специальности должен свободно ориентироваться. Помимо перечисленной основной литературы, необходимо провести анализ литературы в рамках предполагаемой темы диссертационной работы. Поступающий в аспирантуру должен знать основные фундаментальные достижения по теме диссертации, а также владеть методическим аппаратом, необходимым для выполнения таких исследований.

Поступающий должен показать способность к научному мышлению, умение обобщать знания, факты и подходы, анализировать их и выделять проблемные зоны научных достижений, уметь сформулировать гипотезу исследований.

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### **1. Химия синтетических и природных полимеров и композитов**

Общие сведения о строении и свойствах полимеров. Классификация полимеров. Особенности строения полимеров. Пространственная структура полимеров и методы ее исследования. Получение синтетических полимеров. Полимеризация. Поликонденсация. Физическая структура полимеров. Методы изучения структуры полимеров. Растворы полимеров. Растворимость полимеров. Природа растворов полимеров. Взаимодействия в растворах полимеров. Особенности растворов полимеров. Коллоидные растворы полимеров. Механизм растворения. Молекулярная масса полимеров. Методы определения молекулярной массы. Химические превращения полимеров. Основные типы реакций. Особенности химических реакций.

Композиты. Определение композиционных материалов и их компонентов. Признаки композиционных материалов. Структура композиционных материалов. История создания композиционных материалов. Классификация композиционных материалов. Компоненты композиционных материалов. Материалы матриц. Армирующие элементы. Методы производства композиционных материалов. Применение композиционных материалов. Определение и контроль свойств.

### **2. Химия древесины и ее компонентов**

#### **2.1 Строение древесины**

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. Химический состав древесины хвойных и лиственных пород. Представление о древесном веществе как многокомпонентной полимерной матрице. Различия в строении, составе и свойствах древесины в зависимости от возраста, условий произрастания, расположения в стволе и других частях дерева.

#### **2.2. Основные компоненты древесной ткани**

*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.

*Гемицеллюлозы.* Содержание в древесине разных пород. Классификация и строение гемицеллюлоз. 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 гемицеллюлоз в целлюлозно-бумажном производстве: поведение гемицеллюлоз при различных способах варки, при получении бумаги, их роль в формировании свойств технической целлюлозы, бумаги, картона. Практически важные продукты, получаемые на основе гемицеллюлоз (сахара, фурфурол, спирты, органические кислоты и т.д.). Методы анализа гемицеллюлоз.

*Лигнин.* Сущность понятия «лигнин». Нахождение лигнина в растениях. Содержание и различия в строении лигнинов в древесине лиственных и хвойных пород. Размещение лигнина в тканях и клеточных стенках. Биосинтез лигнина. Лигнинный полимер в древесине, его связь с другими компонентами. Основные типы связей между фенилпропановыми звеньями макромолекул лигнина. Функциональные группы лигнина. Полимерные свойства лигнина и его производных. Методы выделения и анализа лигнина. Виды и свойства технических лигнинов. Реакционная способность лигнина. Модификация лигнина. Ферментативная деструкция лигнина. Практическое использование лигнинных веществ – отходов целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности, и развитие исследований в данном направлении, обеспечивающем более полное и комплексное использование древесного сырья.

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

*Превращения древесины и ее компонентов в процессе делигнификации (варка целлюлозы).* Химические реакции и растворение лигнина при сульфитных способах варки. Реакции и механизм деструкции древесных полисахаридов при сульфатных способах варки. Реакция и деструкция древесных полисахаридов при сульфитных способах варки. Стабилизация полисахаридов. Топохимия делигнификации. Химические реакции и растворение лигнина при натронной и сульфатной варках. Основные направления деструкции полисахаридов в щелочной среде. Стабилизация и сорбция растворенных гемицеллюлоз целлюлозой в процессе щелочных варок. Топохимия щелочной делигнификации. Способы уменьшения деструкции полисахаридов при щелочных варках. Делигнификация древесины с применением органических растворителей, гидротропных

растворов, окислителей и восстановителей. Ферментативная делигнификация древесины. Теоретические основы отбелки и облагораживание целлюлозы.

Механизмы превращения лигнина и полисахаридов при кислородно-щелочной, пероксидной видах (стадиях) отбелки.

### **3. Технология и оборудование производства бумаги и картона**

#### **3.1. Основные принципы производства волокнистых полуфабрикатов из растительного сырья**

Классификация волокнистых полуфабрикатов, их назначение и общая характеристика. Химические, химико-механические, механо-химические и механические способы производства волокнистых полуфабрикатов, особенности состава и свойств получаемых при этом материалов. Основные принципы варки целлюлозы из древесины и других видов растительного сырья.

Технологические схемы и оборудование для промывки, очистки, сгущения и отбелки волокнистых полуфабрикатов. Технологические схемы и оборудование регенерации химикатов. Автоматизация процессов производства волокнистых полуфабрикатов, производственный контроль.

#### **3.2. Лесные биржи и подготовка древесины**

Состояние и перспективы использования различных пород древесины, отходов деревообрабатывающих и лесозаготовительных предприятий в производстве целлюлозы, полуцеллюлозы, древесной массы. Комплексное использование всей биомассы дерева. Расширение использования древесины лиственных пород. Возможности плантационного обеспечения предприятий древесным сырьем. Типы и технологические схемы лесных бирж, их оборудование. Методы сборки балансов и оборудование, использование отходов. Измельчение балансов в щепу. Требования к щепе, используемой для получения волокнистых полуфабрикатов. Типы рубильных машин.

Сортирование щепы. Технологические схемы производства щепы. Механизация и автоматизация процессов подготовки древесины. Хранение и транспортировка технологической щепы. Хранение щепы в кучах. Пневмотранспорт щепы.

#### **3.3. Производство древесной массы**

Производство дефибрерной массы. Технологическая схема процесса и его оборудование. Теория дефибрирования древесины. Очистка и сгущение древесной массы, переработка использование отходов сортирования.

Производство древесной массы из щепы. Технологическая схема процесса и его оборудование. Особенности производства термомеханической, химико-термомеханической и химической древесной массы из щепы, применяемые виды оборудования. Сравнительная характеристика качественных показателей различных видов древесной массы. Пути снижения энергоемкости производства древесной массы. Отбелка древесной массы и ее аппаратурное оформление.

### 3.4. Производство небеленой целлюлозы

*Сульфитные способы производства волокнистых полуфабрикатов.* Технологические схемы производства. Качество и особенности подготовки древесины. Приготовление сульфитной варочной кислоты, регулирование его состава. Технологические схемы и оборудование кислотных цехов. Основные процессы и реакции при сульфитных способах производства полуфабрикатов. Химизм сульфитной, бисульфитной, нейтрально-сульфитной, ступенчатых варок. Основные факторы, влияющие на процесс сульфитной варки и показатели качества целлюлозы. Особенности и преимущества варки целлюлозы с кислотой на растворимых основаниях. Режимы сульфитной варки целлюлозы. Технология и оборудование для бисульфитной, нейтрально-сульфитной и ступенчатых способов варки, свойства получаемых полуфабрикатов, их применение. Непрерывная сульфитная варка целлюлозы. Кинетика варки. Регенерация ангидрида и тепла. Состав сдувок. Схемы регенерационных установок и их оборудование. Комплексная переработка сульфитных щелоков. Пути реконструкции и интенсификации сульфитцеллюлозных производств.

*Производство технической целлюлозы сульфатным и натронным способами.* Технологические схемы производства. Основные процессы и реакции при натронном и сульфатном способах варки. Влияние основных факторов на процесс варки целлюлозы щелочными способами. Режимы сульфатной и натронной варки целлюлозы. Использование тепла паров сдувок и выдувки; улавливание летучих веществ. Варка целлюлозы высокого выхода. Варка целлюлозы с предгидролизом. Полисульфидная варка, варка с добавками антрахинона и других соединений. Свойства и применение сульфатной и натронной целлюлозы и полуцеллюлозы.

Установки для непрерывной варки целлюлозы системы «Камюр». Компонировка оборудования, расчеты по определению основных параметров: дозаторы щепы, питатель низкого давления, пропарочная камера, питающая труба, питатель высокого давления, загрузочное устройство варочного котла, циркуляционные и разгрузочные устройства. Совмещение варки и промывки щепы в одной установке.

Установки для непрерывной варки полуцеллюлозы.

Применение новых видов сырья для варки целлюлозы.

Наилучшие доступные технологии в производстве сульфатной целлюлозы.

Теория промывки целлюлозы. Техника периодической и непрерывной промывки, применяемое оборудование. Борьба с пенообразованием. Особенности промывки сульфатной целлюлозы.

Наилучшие доступные технологии в производстве сульфатной целлюлозы.

*Регенерация отработанных варочных растворов. Очистка сточных вод, газовых выбросов.* Теория процесса выпарки черного щелока. Устройство выпарных аппаратов и работа многокорпусных выпарных станций. Теория процесса сжигания щелока. Тепловой баланс процесса

сжигания щелока. Устройство содорегенерационных котлоагрегатов. Улавливание уноса химикатов при сжати щелока. Очистка газовых выбросов. Использование вторичного тепла. Каустизация зеленого щелока, применяемое оборудование. Регенерация извести из каустизационного шлама. Кругооборот щелочи и серы в сульфатцеллюлозном производстве. Потеря щелочи и серы и степень их регенерации. Улавливание и обезвреживание дурнопахнущих сернистых соединений. Новые направления в регенерации щелочи и комплексное использование веществ, содержащихся в черном щелоке. Химическая и биологическая очистка сточных вод. Создание производств с замкнутым водопользованием.

*Сепарирование, сортирование, обессмоливание и сгущение целлюлозы.* Технологические схемы очистки отделов и применяемое оборудование для сепарирования, сортирования, обессмоливания и сгущения при производстве целлюлозы различного назначения. Переработка отходов сортирования. Использование оборотной воды.

### **3.5. Отбелка и облагораживание целлюлозы**

Отбелка целлюлозы различными реагентами и факторы, влияющие на нее. Химия отбелки. Применение кислорода, пероксида водорода, ферментов, пероксикислотой, озона и других новых реагентов. Способы облагораживания целлюлозы. Влияние облагораживания на свойства целлюлозы. Технология и оборудование для отбелки и облагораживания целлюлозы. Схемы отбельных цехов в производстве целлюлозы различного назначения. Динамические способы отбелки целлюлозы. Тенденции в усовершенствовании процессов отбелки. Вопросы очистки и использования сточных вод.

### **3.6. Основные принципы производства бумаги и картона**

Состояние и перспективы развития производства бумаги и картона. Виды бумаги и картона, классификация, области использования и свойства. Технологическая схема производства бумаги мокрым и сухим способами. Гидроаэродинамика и реология волокнистых суспензий и бумажных масс. Бумагообразующие свойства волокнистых полуфабрикатов. Принципы составления композиции бумаги и картона. Особенности использования макулатуры. Процесс структурообразования бумаги в бумагоделательной машине. Изготовление бумаги и картона на бумагоделательных и картоноделательных машинах. Понятие о целлюлозных композиционных материалах, синтетической бумаге и бумагоподобных материалах и их классификация.

Рациональное водопользование. Пути создания максимально замкнутого водооборота и безотходной технологии.

## **4. Растительное сырье недревесного происхождения**

Виды недревесного растительного сырья: хлопковое волокно, солома, тростник, водоросли, лишайники, торф и др. Классификация и компонентный



состав торфов. Методы выделения компонентов торфов. Строение и свойства гуминовых веществ. Строение и свойства фульвовых кислот. Применение торфа и его компонентов. Морские водоросли как источник природных полимеров. Однолетние растения: состав, свойства применения. Лишайники и дереворазрушающие грибы: состав, свойства применения. Комплексное использование растительной биомассы как путь создания ресурсосберегающих, экологически чистых технологий. Направления и способы химической переработки древесины и древесных отходов. Применение биотехнологии.

#### **5. Экологические проблемы при переработке растительного сырья**

Загрязнение окружающей среды в технологиях комплексной химической переработки растительного сырья. Источники образования загрязненных сточных вод. Состав и классификация загрязнений сточных вод. Методы очистки сточных вод. Источники выбросов в атмосферу. Состав газовых выбросов и методы очистки. Управление системой обращения с отходами. Наилучшие доступные технологии.

## **Литература**

### **Основная литература**

1. Азаров В. И. Химия древесины и синтетических полимеров / В. И. Азаров, А. В. Буров, А. В. Оболенская. – Санкт-Петербург : Изд-во СПб.: СПбЛТА, 1999. – 618 с.
2. Комплексная химическая переработка древесины : учеб. для ВУЗов / И. Н. Ковернинский, В. И. Комаров, С. И. Третьяков [и др.]. – [3 изд., испр. и доп.]. – Архангельск : Изд-во АГТУ, 2006. – 374 с.
3. Семчиков Ю. Д. Высокомолекулярные соединения: учеб. для вузов / Ю. Д. Семчиков – Нижний Новгород : Изд-во Нижегородского гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского ; Москва : Академия, 2003. – 368 с.
4. Тагер А. А. Физико-химия полимеров : учеб. пособ. для ВУЗов / А. А. Тагер. – 4-е изд., перераб. – Москва : Научный мир, 2007. – 576 с.
5. Терентьева Э. П. Химия древесины, целлюлозы и синтетических полимеров: учеб. пособ. : в 2 ч. / Э. П. Терентьева, Н. К. Удовенко, Е. А. Павлова. – Санкт-Петербург : СПбГТУРП, 2015. – Ч. 2. – 83 с.

### **Дополнительная литература**

1. Боголицын К. Г. Физическая химия лигнина / К. Г. Боголицын ; под ред. К. Г. Боголицына, В. В. Лунина. – Москва : Академкнига. – 2010. – 492 с.
2. Горшкова Т. А. Растительная клеточная стенка как динамическая система / Т. А. Горшкова. – Москва : Наука. – 2007. – 425 с.
3. Гусакова М. А. Технология производства целлюлозы : учебное пособие / М. А. Гусакова, Ю. В. Севастьянова, М. А. Холмова. – Архангельск : Изд-во С(А)ФУ, 2011. – 143 с.
4. Пен Р. Технология целлюлозы : учеб. пособ. : в 2 т. / Р. Пен – Красноярск : СибГТУ, 2002. – Т. 1. – 340 с.
5. Ванчаков М. В. Технология и оборудование переработки макулатуры: учеб. пособ. в 2 ч. / М. В. Ванчаков, А. В. Кулешов, А. В. Александров, А. А. Гаузе. – Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД. – 2019. – Ч. 2. – 107 с.
6. Карманов А. П. Технология очистки сточных вод : учеб. пособ. / А. П. Карманов, И. Н. Полина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Инфра-Инженерия, 2018. – 212 с.
7. Технология целлюлозно-бумажного производства : Справочные материалы. В 3 т. Т. 1 : в 3 ч. / под редакцией П. С. Осипова. – Санкт-Петербург : Политехника.  
Ч. 1. – 2002. – 432 с.  
Ч. 2. – 2003. – 633 с.  
Ч. 3. – 2004. – 316 с.
8. Технология целлюлозно-бумажного производства : Справочные материалы. В 3 т. Т. 2 : в 2 ч. / под ред. П. С. Осипова. – Санкт-Петербург : Политехника.  
Ч. 1 – 2005. – 423 с.

Ч. 2 – 2006. – 499 с.

9. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы. В 3 т. Т. 3 : в 2 ч. / под ред. П. С. Осипова. – Санкт-Петербург : Политехника.

Ч. 1. – 2008. – 621 с.

Ч. 2. – 2012. – 294 с.

10. Фенгел Д. Древесина (Химия, Ультраструктура. Реакция) / Д. Фенгел, Г. Вегенер. – Москва : Лесная промышленность, 1988. – 512 с.

11. Томсон А.Э. Торф и продукты его переработки / А.Э.Томсон, Г.В.Наумова; НАН Беларуси, Ин-т природопользования. - Минск: Беларуская навука, 2009. - 328 с. - Библиогр.: с.290-326.

### **Рекомендуемая литература**

1. Боголицын К. Г. Химия сульфитных методов делигнификации древесины : учеб. пособ. / К. Г. Боголицын, Резников В. М. – Москва : Экология, 1994. – 288 с.

2. Комплексная химическая переработка древесины. Производство целлюлозы и бумаги : учеб. пособ. / М. А. Гусакова, Ю. В. Севастьянова, М. А. Холмова. – Архангельск : Изд-во АГТУ, 2009. – 151 с.

3. Лабораторный практикум по технологии ЦБП: методическое пособие / М. А. Гусакова, Ю. В. Севастьянова, М. А. Холмова, Е. О. Окулова. – Архангельск : Изд-во АГТУ, 2009. – 82 с.

4. Оболенская А. В. Химия древесины и полимеров : учебное пособие / А. В. Оболенская, В. Н. Щеголев. – Москва : Лесная промышленность, 1980. – 168 с.

5. Промывка и отбелка целлюлозы : учеб. пособ. / Л. А. Миловидова, Г. В. Комарова, Т. А. Королева [и др.]. – Архангельск : Изд-во САФУ, 2019. – 175 с.

6. Регенерация химикатов в производстве сульфатной целлюлозы: (каустизация и регенерация извести) : учеб. пособ. / Ю. В. Севастьянова, Л. А. Миловидова, Г. В. Комарова [и др.]. – Архангельск : Изд-во САФУ, 2019. – 143 с.

7. Сортирование и промывка целлюлозы : учеб. пособ. / Ю. В. Севастьянова, Л. А. Миловидова, Г. В. Комарова [и др.]. – Архангельск : Изд-во САФУ, 2019. – 141 с.

8. Сульфатная варка целлюлозы : учеб. пособ. / Л. А. Миловидова, Г. В. Комарова, Т. А. Королева, Ю. В. Севастьянова. – Архангельск : Изд-во САФУ, 2019. – 175 с.

9. Щербак Н. В. Расчет и подбор оборудования в производстве бумаги : учебное пособие / Н. В. Щербак, А. В. Гурьев. – Архангельск : Изд-во САФУ, 2019. – 148 с.

### **Интернет-ресурсы:**

1. Техэксперт : электронный фонд правовой и научно-технической информации : официальный сайт. – URL: <http://docs.cntd.ru> (дата обращения:

09.10.2024).

2. Портал «Инновации и технологии». [www.itportal.ru](http://www.itportal.ru) (дата обращения: 09.10.2024).

3. Best Available Techniques (BAT) Reference for the Production of Pulp, Paper and Board Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control) /2015 EUR 27235 EN. – URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC95678> (дата обращения: 09.10.2024).

4. ANDRITZ GROUP : официальный сайт. – URL: <http://www.andritz.com> (дата обращения: 09.10.2024).

5. Metso : официальный сайт. – URL: <http://www.metso.com> (дата обращения: 09.10.2024).

6. Valmet : официальный сайт. – URL: <http://www.glv.com> (дата обращения: 09.10.2024).

7. АЦБК : официальный сайт. – URL: <http://www.appm.ru> (дата обращения: 09.10.2024).

8. Илим : официальный сайт. – URL: <http://www.ilingroup.ru> (дата обращения: 09.10.2024).

**ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ  
К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ В АСПИРАНТУРУ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
Технология и переработка синтетических и природных полимеров и  
композитов**

1. Классификация полимеров; особенности строения полимеров. Размеры полимерных молекул. Модель свободно-сочлененной полимерной цепи.
2. Виды полимеризации: цепная радикальная, анионная и катионная. Кинетика полимеризации.
3. Виды поликонденсации: линейная, разветвленная. Основные отличия поликонденсации от полимеризации.
4. Молекулярная масса и степень полидисперсности полимеров. Практическое значение молекулярной массы полимеров.
5. Надмолекулярная структура полимеров и методы её исследования.
6. Фазовые состояния и фазовые переходы полимеров.
7. Реологические свойства полимеров.
8. Деформационные свойства полимеров.
9. Растворы полимеров. Теория растворов полимеров Флори-Хаггинса.
10. Термодинамика растворения и набухания полимеров. Влияние молекулярной массы на растворимость. Теплота растворения и параметров растворимости.
11. Смеси полимеров: оценка совместимости, структура смесей.
12. Определение молекулярной массы полимеров, размера, формы и гибкости макромолекул. Средние молекулярные массы.
13. Композиты: основные понятия, классификация.
14. Композиты: структура, свойства, применение.
15. Представление о древесном веществе как многокомпонентной полимерной композиции. Химический состав древесины хвойных и лиственных пород. Различия в строении, составе и свойствах древесины в зависимости от возраста, условий произрастания, расположения в стволе и других частях дерева.
16. Целлюлоза. Биосинтез целлюлозы. Строение молекул целлюлозы, ее формула. Характер связи между ангидрогликозидными звеньями. Функциональные группы целлюлозы. Молекулярная масса и полидисперсность целлюлозы, методы определения. Типы связей между макромолекулами целлюлозы. Надмолекулярная структура целлюлозы.
17. Гемицеллюлозы. Содержание в древесине разных пород. Классификация и строение гемицеллюлоз. Надмолекулярное строение и расположение в клеточных стенках. Содержание и особенности строения в древесине лиственных и хвойных пород.
18. Лигнин. Биосинтез лигнина. Лигнинный полимер в древесине, его связь с другими компонентами. Содержание и различия в строении лигнинов в древесине лиственных и хвойных пород. Размещение лигнина в тканях и

клеточных стенках. Основные типы связей между фенилпропановыми звеньями макромолекул лигнина.

19. Функциональные группы лигнина. Полимерные свойства лигнина и его производных. Методы выделения и анализа лигнина. Реакционная способность лигнина.

20. Экстрактивные вещества дерева. Классификация экстрактивных веществ Терпены, смоляные и жирные кислоты. Стерины. Таннины. Практическое применение экстрактивных веществ.

21. Реакции и растворение лигнина при сульфитных способах варки.

22. Химические реакции и растворение лигнина при натронном и сульфатном способах делигнификации древесины.

23. Реакции и механизм деструкции древесных полисахаридов при сульфатных способах варки. Стабилизация полисахаридов. Топохимия делигнификации.

24. Виды применяемых пород древесины, древесных отходов для производства волокнистых полуфабрикатов. Использование других волокнистых материалов и вторичного сырья. Требования к качеству древесного сырья. Устройство лесных бирж. Производство технологической щепы.

25. Общая схема производства сульфитной целлюлозы. Состав сырой и варочной кислоты. Химизм и факторы сульфитной варки. Техника сульфитной варки целлюлозы. Особенности и преимущества варки сульфитной целлюлозы. Бисульфитная и нейтрально-сульфитная варка.

26. Комплексная переработка сульфитных щелоков.

27. Общая схема производства сульфатной целлюлозы. Состав и основные показатели белого щелока. Химизм и факторы варки.

28. Установки для непрерывной варки целлюлозы системы «Камюр». Модифицированная варка сульфатной целлюлозы. Современные энергосберегающие технологии периодической и непрерывной варки.

29. Регенерация отработанных варочных растворов. Теория процесса выпарки черного щелока. Устройство выпарных аппаратов и работа многокорпусных выпарных станций. Теория процесса сжигания щелока. Устройство содорегенерационных котлоагрегатов.

30. Каустизация зеленого щелока, применяемое оборудование. Регенерация извести из каустизационного шлама. Кругооборот щелочи и серы в сульфатцеллюлозном производстве. Потеря щелочи и серы и степень их регенерации.

31. Промывка целлюлозы. Процессы и явления, протекающие при промывке. Применяемое оборудование.

32. Сортирование и очистка целлюлозы. Характеристика загрязнений и способы их удаления. Основные схемы очистки.

33. Отбелка и облагораживание целлюлозы. Отбелка целлюлозы различными реагентами и факторы, влияющие на нее. Химия отбелки. Применение кислорода, пероксида водорода, ферментов, пероксикислотой, озона и других новых реагентов. Технология и оборудование для отбелки и

облагораживания целлюлозы. Тенденции в усовершенствовании процессов отбелки.

34. Механические массы, классификация, способы получения. Производство древесной массы из щепы. Технологическая схема процесса и его оборудование. Особенности производства термомеханической, химико-термомеханической и химической древесной массы из щепы, применяемые виды оборудования. Сравнительная характеристика качественных показателей различных видов древесной массы.

35. Общая технологическая схема производства бумаги. Виды волокнистых материалов и вспомогательных химикатов используемых в производстве бумаги и картона. Бумагообразующие свойства волокнистых полуфабрикатов.

36. Размол волокнистых полуфабрикатов. Факторы, влияющие на процесс размола. Контроль процесса размола.

37. Проклейка бумаги. Наполнение и крашение бумаги.

38. Формование бумаги на сетке БДМ.

39. Прессование бумаги. Теория, факторы, оборудование. Сушка бумаги. Теория, факторы, оборудование.

40. Переработка макулатуры.

41. Недревесное растительное сырье. Виды. Перспективы использования. Состав, свойства и применение однолетних растений и морских водорослей.

42. Классификация и компонентный состав торфа. Виды торфов. Методы выделения компонентов торфа.

43. Строение и свойства гуминовых веществ. Применение торфа и его компонентов.

44. Охрана окружающей среды при целлюлозном производстве. Экологически безопасные технологии производства волокнистых полуфабрикатов. Система технологического нормирования на основе НСТ на примере предприятий ЦБП.

45. Характеристика сточных вод и газовых выбросов. Механические, физико-химические, биологические способы очистки.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)**

Вступительный экзамен по специальной дисциплине  
Технология и переработка синтетических и природных полимеров и  
композитов  
Научная специальность 2.6.11 Технология и переработка синтетических и  
природных полимеров и композитов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Классификация полимеров; особенности строения полимеров. Размеры полимерных молекул. Модель свободно-сочлененной полимерной цепи.
2. Химические реакции и растворение лигнина при натронном и сульфатном способах делигнификации древесины.
3. Сортирование и очистка целлюлозы. Характеристика загрязнений и способы их удаления. Основные схемы очистки.

Рассмотрено на заседании  
Ученого совета ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН  
25 ноября 2024 г., протокол № 9



Директор ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН

И.И. Болотов

И.И. Болотов



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)**

Вступительный экзамен по специальной дисциплине  
Технология и переработка синтетических и природных полимеров и  
композитов  
Научная специальность 2.6.11 Технология и переработка синтетических и  
природных полимеров и композитов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2**

1. Виды полимеризации: цепная радикальная, анионная и катионная. Кинетика полимеризации.
2. Реакции и механизм деструкции древесных полисахаридов при сульфатных способах варки. Стабилизация полисахаридов. Топохимия делигнификации.
3. Промывка целлюлозы. Процессы и явления, протекающие при промывке. Применяемое оборудование.

Рассмотрено на заседании  
Ученого совета ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН  
25 ноября 2024 г., протокол № 9



Директор ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН

И.И. Болотов

И.И. Болотов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)**

Вступительный экзамен по специальной дисциплине  
Технология и переработка синтетических и природных полимеров и  
композитов  
Научная специальность 2.6.11 Технология и переработка синтетических и  
природных полимеров и композитов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3**

1. Виды поликонденсации: линейная, разветвленная. Основные отличия поликонденсации от полимеризации.
2. Экстрактивные вещества дерева. Классификация экстрактивных веществ Терпены, смоляные и жирные кислоты. Стерины. Таннины. Практическое применение экстрактивных веществ.
3. Каустизация зеленого щелока, применяемое оборудование. Регенерация извести из каустизационного шлама. Кругооборот щелочи и серы в сульфатцеллюлозном производстве. Потеря щелочи и серы и степень их регенерации.

Рассмотрено на заседании  
Ученого совета ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН  
25 ноября 2024 г., протокол № 9



Директор ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН

И.И. Болотов

И.И. Болотов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)**

Вступительный экзамен по специальной дисциплине  
Технология и переработка синтетических и природных полимеров и  
композитов  
Научная специальность 2.6.11 Технология и переработка синтетических и  
природных полимеров и композитов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4**

1. Молекулярная масса и степень полидисперсности полимеров. Практическое значение молекулярной массы полимеров.
2. Функциональные группы лигнина. Полимерные свойства лигнина и его производных. Методы выделения и анализа лигнина. Реакционная способность лигнина.
3. Комплексная переработка сульфитных щелоков.

Рассмотрено на заседании  
Ученого совета ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН  
25 ноября 2024 г., протокол № 9



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)**

Вступительный экзамен по специальной дисциплине  
Технология и переработка синтетических и природных полимеров и  
композитов  
Научная специальность 2.6.11 Технология и переработка синтетических и  
природных полимеров и композитов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5**

1. Надмолекулярная структура полимеров и методы её исследования.
2. Виды применяемых пород древесины, древесных отходов для производства волокнистых полуфабрикатов. Использование других волокнистых материалов и вторичного сырья. Требования к качеству древесного сырья. Устройство лесных бирж. Производство технологической щепы.
3. Переработка макулатуры.

Рассмотрено на заседании  
Ученого совета ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН  
25 ноября 2024 г., протокол № 9



Директор ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН

Чл. корр. РАН

И.И. Болотов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)**

Вступительный экзамен по специальной дисциплине  
Технология и переработка синтетических и природных полимеров и  
композитов  
Научная специальность 2.6.11 Технология и переработка синтетических и  
природных полимеров и композитов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6**

1. Фазовые состояния и фазовые переходы полимеров.
2. Реакции и растворение лигнина при сульфитных способах варки.
3. Механические массы, классификация, способы получения. Производство древесной массы из щепы. Технологическая схема процесса и его оборудование. Особенности производства термомеханической, химико-термомеханической и химической древесной массы из щепы, применяемые виды оборудования. Сравнительная характеристика качественных показателей различных видов древесной массы.

Рассмотрено на заседании  
Ученого совета ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН  
25 ноября 2024 г., протокол № 9



Директор ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН

Чл. корр. РАН

И.И. Болотов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)**

Вступительный экзамен по специальной дисциплине  
Технология и переработка синтетических и природных полимеров и  
композитов  
Научная специальность 2.6.11 Технология и переработка синтетических и  
природных полимеров и композитов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7**

1. Реологические свойства полимеров.
2. Общая схема производства сульфитной целлюлозы. Состав сырой и варочной кислоты. Химизм и факторы сульфитной варки. Техника сульфитной варки целлюлозы. Особенности и преимущества варки сульфитной целлюлозы. Бисульфитная и нейтрально-сульфитная варка.
3. Строение и свойства гуминовых веществ. Применение торфа и его компонентов.

Рассмотрено на заседании  
Ученого совета ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН  
25 ноября 2024 г., протокол № 9



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)**

Вступительный экзамен по специальной дисциплине  
Технология и переработка синтетических и природных полимеров и  
композитов  
Научная специальность 2.6.11 Технология и переработка синтетических и  
природных полимеров и композитов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8**

1. Деформационные свойства полимеров.
2. Установки для непрерывной варки целлюлозы системы «Камюр». Модифицированная варка сульфатной целлюлозы. Современные энергосберегающие технологии периодической и непрерывной варки.
3. Недревесное растительное сырье. Виды. Перспективы использования. Состав, свойства и применение однолетних растений и морских водорослей.

Рассмотрено на заседании  
Ученого совета ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН  
25 ноября 2024 г., протокол № 9



Директор ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН

Чл.-корр. РАН

И.И. Болотов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)**

Вступительный экзамен по специальной дисциплине  
Технология и переработка синтетических и природных полимеров и  
композитов  
Научная специальность 2.6.11 Технология и переработка синтетических и  
природных полимеров и композитов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9**

1. Растворы полимеров. Теория растворов полимеров Флори-Хаггинса.
2. Общая технологическая схема производства бумаги. Виды волокнистых материалов и вспомогательных химикатов используемых в производстве бумаги и картона. Бумагообразующие свойства волокнистых полуфабрикатов.
3. Охрана окружающей среды при целлюлозном производстве. Экологически безопасные технологии производства волокнистых полуфабрикатов. Система технологического нормирования на основе НСТ на примере предприятий ЦБП.

Рассмотрено на заседании  
Ученого совета ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН  
25 ноября 2024 г., протокол № 9



Директор ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН

И.И. Болотов

И.И. Болотов



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)**

Вступительный экзамен по специальной дисциплине  
Технология и переработка синтетических и природных полимеров и  
композитов  
Научная специальность 2.6.11 Технология и переработка синтетических и  
природных полимеров и композитов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10**

1. Термодинамика растворения и набухания полимеров. Влияние молекулярной массы на растворимость. Теплота растворения и параметров растворимости.
2. Отбелка и облагораживание целлюлозы. Отбелка целлюлозы различными реагентами и факторы, влияющие на нее. Химия отбелки. Применение кислорода, пероксида водорода, ферментов, пероксикислотой, озона и других новых реагентов. Технология и оборудование для отбелки и облагораживания целлюлозы. Тенденции в усовершенствовании процессов отбелки.
3. Характеристика сточных вод и газовых выбросов. Механические, физико-химические, биологические способы очистки.

Рассмотрено на заседании  
Ученого совета ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН  
25 ноября 2024 г., протокол № 9



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)**

Вступительный экзамен по специальной дисциплине  
Технология и переработка синтетических и природных полимеров и  
композитов  
Научная специальность 2.6.11 Технология и переработка синтетических и  
природных полимеров и композитов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11**

1. Смеси полимеров: оценка совместимости, структура смесей.
2. Представление о древесном веществе как многокомпонентной полимерной композиции. Химический состав древесины хвойных и лиственных пород. Различия в строении, составе и свойствах древесины в зависимости от возраста, условий произрастания, расположения в стволе и других частях дерева.
3. Прессование бумаги. Теория, факторы, оборудование. Сушка бумаги. Теория, факторы, оборудование.

Рассмотрено на заседании  
Ученого совета ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН  
25 ноября 2024 г., протокол № 9



Директор ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН

И.И. Болотов

И.И. Болотов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)**

Вступительный экзамен по специальной дисциплине  
Технология и переработка синтетических и природных полимеров и  
композитов  
Научная специальность 2.6.11 Технология и переработка синтетических и  
природных полимеров и композитов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12**

1. Определение молекулярной массы полимеров, размера, формы и гибкости макромолекул. Средние молекулярные массы.
2. Целлюлоза. Биосинтез целлюлозы. Строение молекул целлюлозы, ее формула. Характер связи между ангидрогликозидными звеньями. Функциональные группы целлюлозы. Молекулярная масса и полидисперсность целлюлозы, методы определения. Типы связей между макромолекулами целлюлозы. Надмолекулярная структура целлюлозы.
3. Размол волокнистых полуфабрикатов. Факторы, влияющие на процесс размола. Контроль процесса размола.

Рассмотрено на заседании  
Ученого совета ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН  
25 ноября 2024 г., протокол № 9



Директор ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН

И.И. Болотов

И.И. Болотов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)**

Вступительный экзамен по специальной дисциплине  
Технология и переработка синтетических и природных полимеров и  
композитов  
Научная специальность 2.6.11 Технология и переработка синтетических и  
природных полимеров и композитов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13**

1. Композиты: основные понятие, классификация.
2. Гемичеселлюлозы. Содержание в древесине разных пород. Классификация и строение гемичеселлюлоз. Надмолекулярное строение и расположение в клеточных стенках. Содержание и особенности строения в древесине лиственных и хвойных пород.
3. Регенерация отработанных варочных растворов. Теория процесса выпарки черного щелока. Устройство выпарных аппаратов и работа многокорпусных выпарных станций. Теория процесса сжигания щелока. Устройство содорегенерационных котлоагрегатов.

Рассмотрено на заседании  
Ученого совета ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН  
25 ноября 2024 г., протокол № 9



Директор ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН

ЧП - корп. РАН

И.И. Болотов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)**

Вступительный экзамен по специальной дисциплине  
Технология и переработка синтетических и природных полимеров и  
композитов  
Научная специальность 2.6.11 Технология и переработка синтетических и  
природных полимеров и композитов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14**

1. Композиты: структура, свойства, применение.
2. Общая схема производства сульфатной целлюлозы. Состав и основные показатели белого щелока. Химизм и факторы варки.
3. Формование бумаги на сетке БДМ.

Рассмотрено на заседании  
Ученого совета ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН  
25 ноября 2024 г., протокол № 9



Директор ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН

И.И. Болотов

И.И. Болотов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)**

Вступительный экзамен по специальной дисциплине  
Технология и переработка синтетических и природных полимеров и  
композитов  
Научная специальность 2.6.11 Технология и переработка синтетических и  
природных полимеров и композитов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15**

1. Лигнин. Биосинтез лигнина. Лигнинный полимер в древесине, его связь с другими компонентами. Содержание и различия в строении лигнинов в древесине лиственных и хвойных пород. Размещение лигнина в тканях и клеточных стенках. Основные типы связей между фенилпропановыми звеньями макромолекул лигнина.
2. Проклейка бумаги. Наполнение и крашение бумаги.
3. Классификация и компонентный состав торфа. Виды торфов. Методы выделения компонентов торфа.

Рассмотрено на заседании  
Ученого совета ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН  
25 ноября 2024 г., протокол № 9



Директор ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН

И.И. Болотов

И.И. Болотов