

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический  
университет имени С.М. Кирова»

ОТДЕЛ ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ

## **ПРОГРАММА**

кандидатского экзамена по специальной дисциплине

**Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и**

**переработки древесины**

по научной специальности

**4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и**

**переработки древесины**

(технические и химические науки)

Утверждена Ученым советом СПбГЛТУ 22.11.2022 г., протокол № 08

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа кандидатского экзамена по научной специальности 4.3.4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины» состоит из двух обязательных разделов: теория и технология лесопромышленного комплекса и конкретной (предметной) области специализации в рамках данной научной специальности.

Экзаменационные билеты включают вопросы из различных разделов кандидатского экзамена по специальной дисциплине и вопросы из программы по конкретной специализации и тематике диссертационного исследования.

На кандидатском экзамене по научной специальности 4.3.4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины» аспирант или лицо, прикрепленное для сдачи кандидатского экзамена должен продемонстрировать владение теоретическими и практическими вопросами в области древесиноведения и лесного товароведения, химии древесины и ее компонентов, машин и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины, современных технологических процессов лесопромышленного комплекса и транспорта леса, показать умение использовать фундаментальные основы инженерных наук для совершенствования технологических проблем по данной специальности и избранной области предметной специализации.

### **1. Параметры и показатели предмета труда в лесном хозяйстве и лесной промышленности как объекта обработки (технологических воздействий); создание информационных баз.**

1.1. Макростроение древесины: годовые слои и их ранняя и поздняя зоны, сердцевинные лучи, сосуды, смоляные ходы, прожилки. Микростроение древесины: строение клеточной стенки, анатомические элементы хвойных. Влияние макростроения на физико-механические свойства древесины.

1.2. Химические и физические свойства древесины и коры. Элементный химический состав древесины и коры. Характеристика и содержание органических веществ в древесине. Древесина, кора и древесная зелень как химическое сырье. Влажность древесины и коры; способы определения влажности. Свойства, связанные с изменением влажности древесины: усушка, разбухание, коробление, растрескивание, влаго-водопоглощение древесины. Плотность древесины и коры, показатели и способы определения.

1.3. Механические свойства древесины. Классификация механических свойств древесины. Методы испытаний древесины и показатели прочности древесины. Деформативность древесины при кратковременных нагрузках.

Реологические свойства древесины. Технологические и эксплуатационные свойства древесины. Древесина как конструкционный материал. Расчетные сопротивления древесины. Удельные характеристики механических свойств древесины.

1.4. Изменчивость свойств и пороки древесины. Природная изменчивость свойств древесины. Связи между строением и физико-механическими свойствами древесины. Взаимосвязи свойств и неразрушающие методы испытаний древесины. Изменение свойств древесины под влиянием физических и химических факторов. Классификация пороков древесины.

1.5. Лесоматериалы и композиционные древесные материалы. Классификация лесных товаров по способу их получения. Характеристика круглых, пиленых, лущеных, строганых, колотых и измельченных лесоматериалов. Структура и физико-механические свойства композиционных древесных материалов. Методы испытания пиломатериалов и композиционных древесных материалов.

1.6. Основные характеристики древостоев: бонитет, класс товарности, запас, полнота, состав и др.

1.7. Рельефные и почвенно-грунтовые особенности лесосек. Размерные и качественные показатели деревьев. Влияние природно-климатических и почвенных условий произрастания на свойства древесины.

1.8. Методы оценки запасов древостоев и их характеристик. Математическое описание размерно-качественных характеристик древостоев.

## **2. Химия, физико-химия и биохимия основных компонентов биомассы дерева и иных одревесневших частей растений, композиты, продукты лесохимической переработки.**

2.1. 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.

2.2. Общая характеристика биомассы дерева – сырья для производства лесобиохимических продуктов и биологически активных веществ. Химическое строение высокомолекулярных компонентов и экстрактивных веществ дерева.

2.4. Целлюлоза. 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.

2.5. Методы синтеза новых типов производных целлюлозы. Образование химических связей между макромолекулами или элементами надмолекулярной структуры целлюлозы. Синтез производных целлюлозы по реакции нуклеофильного замещения. Синтез производных ароматических эфиров целлюлозы по реакции электрофильного замещения. Блок- и привитые сополимеры целлюлозы, их практическое значение.

2.6. 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.

2.7. Лигнин. 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.

2.8. 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.

2.9. 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.

2.10. Теоретические основы отбели и облагораживание целлюлозы. Механизмы превращения лигнина и полисахаридов при кислородно-щелочной, пероксидной видах (стадиях) отбели.

2.11. Теоретические основы производства целлюлозных композиционных материалов, синтетической бумаги и бумагоподобных материалов и применяемое оборудование. Модульный принцип построения технологических схем, применяемых при переработке целлюлозных материалов, производстве целлюлозных композиционных материалов, синтетической бумаги и бумагоподобных материалов.

2.12. Эксплуатационные свойства продуктов переработки целлюлозных композиционных материалов, синтетических бумаг и бумагоподобных материалов. Методы оценки специфических свойств продуктов. Математическая модель эксплуатационных свойств целлюлозных композиционных материалов, синтетической бумаги и бумагоподобных материалов. Прогнозирование требуемых свойств.

2.13. Теория и технология гидролиза и пиролизной переработки древесины. Получаемые продукты и их использование в народном хозяйстве.

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

2.15. Основные направления использования биомассы дерева как возобновляемого источника органического сырья. Основные пути использования древесных отходов и низкотоварной древесины. Задачи по развитию основных отраслей промышленности по химической переработке растительного сырья. Значение лесохимических продуктов и биоактивных веществ в народном хозяйстве. Запасы и районы концентрирования сырья для промышленности по химической переработке биомассы дерева.

### **3. Теория и методы воздействия техники и технологий на лесную среду в процессе лесовыращивания, заготовки и переработки древесного сырья.**

3.1. Влияние параметров движителей лесотранспортных, лесохозяйственных и лесозаготовительных машин на почвенный покров и оборудование колеи.

3.2. Оценка соответствия лесной техники и технологий экологическим требованиям, взаимности сохранения подроста и лесовосстановления.

3.3. Подготовка вырубков для лесопосадки. Выбор технологической схемы основания лесосеки с учетом наименьшего отрицательного воздействия на лесную среду и возможности естественного лесовоздействия.

3.4. Лесосечные многооперационные машины и их влияние на лесную среду.

3.5. Валочно-пакетирующие и валочно-трелевочные машины, конструкции. Харвесторы и процессоры. Расчет нагрузок на рабочие органы лесосечных многооперационных машин. Их влияние на лесную среду.

3.6. Лесопромышленные тракторы. Компоновка, конструкции лесопромышленных тракторов. Тяговый расчет и построение тягово-динамических характеристик. Колебательные процессы в тракторах. Выбор типа подвески. Крутильные колебания в трансмиссиях тракторов.

3.7. Расчет устойчивости трактора и определение нагрузок по каткам или осям. Определение центра тяжести машин, поворотливости гусеничного трактора и влияние размеров движителя на поворотливость. Нагрузочные режимы и надежность конструкции трактора. Способы улучшения мощностных, экономических и экологических показателей двигателей.

3.8. Проходимость лесных машин. Критерии оценки. Влияние параметров движителей на проходимость. Пути улучшения проходимости машин.

3.9. Лесовозные автомобили, их влияние на лесную среду.

3.10. Мероприятия по улучшению проходимости лесовозного автотранспорта. Тенденции развития трансмиссии, ходовых систем и органов управления. Перспективы совершенствования двигателей лесовозных автомобилей.

#### **4. Технология и продукция в производствах: лесохозяйственном, лесозаготовительном, лесопильном, деревообрабатывающем, целлюлозно-бумажном, лесохимическом и сопутствующих им производствах.**

4.1. Выборочные рубки. Теоретическое обоснование выборочных рубок. Опыт применения выборочных рубок. Современные выборочные рубки, их технологии, пути улучшения. Достоинства и недостатки выборочной формы хозяйства.

4.2. Условия появления и развития сплошных рубок. Сплошные концентрированные рубки. Условно-сплошные рубки. Организационно-технические показатели сплошных рубок. Содействие естественному лесовозобновлению при сплошных рубках. Меры содействия естественному возобновлению леса в современной практике. Рациональная организация и технология сплошных рубок.

4.3. Задачи и способы очистки лесосек. Влияние разных способов очистки лесосек на почву, напочвенный покров, лесовозобновление, пожарную опасность и санитарное состояние леса. Машины и механизмы для очистки лесосек. Сравнительная оценка разных способов очистки лесосек. Современная практика очистки лесосек и меры ее совершенствования.

4.4. Обоснование рубок ухода. Экономические основы рубок ухода. Проектирование рубок ухода и контроль за их качеством. Технология рубок

ухода за лесом. Перспективная техника для рубок ухода. Ландшафтные рубки. Санитарные рубки.

4.5. Производственный процесс современного лесозаготовительного предприятия. Лесосырьевая база. Способы рубок леса. Способы возобновления леса. Приемка лесосек. Подготовка лесосек, транспортных путей и мастерских участков. Способы рубок лесосек. Охрана окружающей среды.

4.6. Технологические схемы лесосечных работ. Выбор систем машин. Сохранение подроста. Вахтовый метод. Хранение заготовленного сырья. Технология и машины для малообъемных лесозаготовок. Производство лесопроductии на лесосеке и промежуточных складах.

4.7. Технологии и машины для лесовосстановления и ухода за молодняком. Механизация работ в лесопитомниках. Выбор и расчет технических параметров лесохозяйственных машин. Навесное и прицепное оборудование для обработки почвы, посадка семян и саженцев и ухода за лесопосадками. Особенности конструкций, эксплуатационные параметры. Механизация лесных работ в лесопарках и пригородных лесах.

4.8. Классификация лесовозных дорог. Основные типы специального подвижного состава для перевозки лесных грузов, технические и эксплуатационные показатели. Строительство автомобильных дорог. Разработка конструкций дорожных одежд автомобильных лесовозных дорог. Методы расчета дорожных конструкций. Подбор состава смесей для укрепления гравийных покрытий.

4.9. Виды водного транспорта леса и его применение. Транспортно-технологические схемы водного транспорта леса. Водные пути и их использование для транспорта леса. Устройство водных путей и сооружение на них для транспорта леса (гидротехнические и наплавные). Переработка грузопотока лесоматериалов на рейдах приплава и лесоперевалочных предприятиях. Применяемое оборудование. Водное законодательство и требование к лесосплавным организациям по охране водоемов.

4.10. Классификация лесных складов. Технологические схемы нижних лесных складов. Сезонные и межоперационные запасы. Управление запасами. Технологические характеристики нижних лесных складов. Погрузочно-разгрузочные и штабелевочные работы на лесных складах. Расчет запасов хлыстов. Конструкции штабелей. Технические и эксплуатационные показатели кранов и манипуляторов, используемых на лесных складах. Складской безрельсовый транспорт. Транспортно-погрузочные машины. Автолесовозы. Автопогрузчики. Технические и эксплуатационные показатели.

4.11. Основы теории раскроя бревен на пилопродукцию. Поставы и критерии их оптимальности. Способы раскроя бревен на пиломатериалы и области их применения. Задачи планирования раскроя бревен. Применение ЭВМ для планирования и управления процессами раскроя. Общая характеристика процессов на складах пиловочного сырья. Классификация процессов раскроя бревен на пиломатериалы.

4.12. Участки распиливания бревен на базе лесопильных рам, ленточнопильных, круглопильных станков. Линии для переработки пиловочных бревен агрегатным способом. Участки обрезных досок и торцовки сырых пиломатериалов. Участки обработки сырых пиломатериалов, их антисептирование и обработка после сушки. Общая характеристика процессов, комплексная механизация и автоматизация на складах пиломатериалов. Процессы раскроя пиломатериалов на заготовки по длине, ширине и толщине.

4.13. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. Основные сведения об агентах гидротермической обработки древесины: водяном паре и воздухе. Физические закономерности и расчет процессов тепловой обработки древесины. Явления тепло-массообмена при нагревании древесины. Технология и оборудование тепловой обработки древесины.

4.14. Физические закономерности низко- и высокотемпературных процессов сушки. Классификация и принципиальные схемы конвективных сушилок при сушке воздухом, топочными газами и перегретым паром. Тепловое и циркулярное оборудование сушилок. Характеристика технологических и контрольных операций камерной сушки. Дефекты сушки, их причины и меры предупреждения. Атмосферная сушка и специальные (ТВЧ, СВЧ, вакуумно-конвективная и др.) способы сушки пиломатериалов. Сушка шпона и измельченной древесины. Технология и оборудование пропитки древесины. Контроль и регулирование процессов гидротермической обработки древесины. Проектирование устройств для сушки древесины.

4.15. Технология клееных материалов и плит. Классификация видов клееных материалов и плит на основе массивной древесины, шпона и измельченной древесины. Классификация клеев, применяемых в деревообрабатывающей промышленности: теория склеивания, их сущность. Современные взгляды на процесс склеивания.

4.16. Технология производства древесностружечных плит измельчение древесины в щепу и стружку. Вторичное измельчение стружки. Технологическая характеристика оборудования для обработки сырья, рубильных машин, стружечных станков, дробилок, зубчато-ситовых мельниц и др. Принцип работы главного конвейера при различных способах производства. Горячее прессование ДСтП. Способы прессования (периодический, непрерывный). Режимы и диаграмма прессования. Методы интенсификации процесса прессования.

4.17. Технология древесноволокнистых плит. Виды древесноволокнистых плит. Свойства, квалификация и области применения. Развитие производства древесноволокнистых плит в России и за рубежом. Теоретические основы образования древесноволокнистых плит. Физико-химические процессы, происходящие при образовании плит. Факторы, оказывающие влияние на структуру и прочность древесноволокнистых плит.

4.18. Мокрое формование древесноволокнистых ковров. Теория отлива и формование древесноволокнистого ковра. Основные технологические



параметры процессов формирования. Рациональное водопотребление и пути его совершенствования. Горячее прессование твердых древесноволокнистых плит. Влияние основных факторов прессования на свойства плит. Режимы прессования. Производительность прессы. Физико-химические и тепловые процессы при прессовании. Интенсификация процесса прессования.

4.19. Технология слоистых пластиков на бумажной основе. Физико-химические процессы, протекающие при образовании слоистых пластиков на бумажной основе. Связующие вещества. Требования, предъявляемые к связующим. Наполнители. Типы бумаги, их композиции, свойства. Бумага для внутренних и компенсирующих слоев, бумаги кроющие. Пропитка и лакировка бумаг. Прессование в многоэтажных гидравлических прессах. Режимы прессования. Непрерывный способ получения декоративных бумажных пластиков.

4.20. Технология композиционных материалов. Основные сведения о строительных материалах из древесных частиц и минеральных вяжущих веществ. Расширение сферы применения строительных материалов в целях улучшения жилищных условий и благосостояния граждан России. Вяжущие вещества и химические добавки. Влияние химического состава древесины на свойства древесно-минеральной смеси. Механизм образования материала. Обеспечение огне- и биостойкости. Технологическая схема производства арболита методом вибропроката. Подготовка сырья, приготовление древесно-цементной смеси, формирование изделий. Термообработка и выдержка изделий. Основные физико-механические свойства арболита.

4.21. Физико-химические основы получения композиционных материалов на основе полимерной матрицы и измельченной древесины. Древесные прессмассы. Виды, марки, состав. Технологические процессы получения МДП-О, МДП-С, МДП-К. Древесно-клеевые композиции. Свойства, состав. Методы формирования изделий из древесно-полимерных композиций. Характеристика, подготовка и свойства измельченной древесины при получении изделий из измельченной древесины. Приготовление пресскомпозиций. Расчет компонентов. Классификация методов прессования изделий из древесно-полимерной композиции. Экструзионный способ изготовления погонажных изделий. Технология получения изделий из измельченной древесины с облагороженной поверхностью.

4.22. Отделка древесных плит в процессе производства полноформатных плит. Перспективы развития технологии отделки плитных материалов. Особенности технологии отделки плит на основе пленочных материалов. Облицовывание плит пленками с неполной поликонденсацией смолы. Ламинирование плит в многоэтажных и одноэтажных короткоконтактных прессах. Особенности режимов. Требования к плитам и пленкам в зависимости от способа ламинирования. Типовые технологические схемы ламинирования. Состав операций.

4.23. Облицовывание плит пленочными материалами с полной поликонденсацией смолы. Отделка плит методом постформинг и

софтформинг. Облицовывание полноформатных плит пленками рулонного типа. Способы каширования. Пленки, применяемые для различных способов каширования. Клеи и требования к ним для различных способов каширования. Отделка плит в процессе производства пленками с полной и неполной конденсацией смолы. Применяемое оборудование. Схемы технологического процесса.

4.24. Виды материалов, применяемых при изготовлении изделий из древесины. Особенности натуральной древесины и древесностружечных плит как конструкционных материалов. Облицовочные материалы. Основы конструирования изделий из древесины. Виды соединений деталей и их прочностные характеристики. Факторы, обуславливающие качество изделий. Варианты технологических схем механической обработки, заготовок, анализ и обоснование их выбора, характеристика оборудования, выбор режимов обработки, расчет производительности станков. Методы контроля качества склеивания и облицовывания.

4.25. Процессы обработки древесины и древесных материалов резанием. Значение процессов обработки древесины резанием. Геометрические параметры и основные элементы резцов. Элементы резания. Геометрия срезаемого слоя. Простое (элементарное) резание древесины. Факторы, формация лезвия в связи с износом и затуплением. Силы, действующие при резании. Энергетика и силы в процессах пиления, строгания, фрезерования, сверления, шлифования. Физические основы износа и затупления дереворежущих инструментов и современные методы повышения их износостойкости.

## **5. Компоновка, типы, параметры и режимы работы машин лесохозяйственных и лесопромышленных производств.**

5.1. Показатели и методы оценки технического уровня и технического состояния оборудования. Социальная и экономическая эффективность деревообрабатывающих машин, их определения и сущность. Производительность, качество обработки, себестоимость продукции и рентабельность производства. Структура производительности труда и график производительности общественного труда.

5.2. Технологическая точность и стабильность машин. Математические методы описания и построения точностных моделей процессов механической обработки. Стабильность процесса обработки. Статистическое управление процессом машинной обработки. Методы размерной настройки станков. Геометрическая точность машин. Точностные связи в машине. Применение теории размерных цепей для описания геометрической точности машины

5.3. Основные положения динамики машин. Упругие перемещения в машине. Понятие об упругой системе машин как о динамической системе. Показатели динамического качества машины. Понятие об устойчивости машины. Динамическая характеристика процесса резания.

5.4. Функциональные механизмы и сборочные единицы. Механизмы главных рабочих движений. Шпиндели и суппорты дереворежущих станков, их типовые схемы и конструктивные устройства. Виды базирования заготовок. Механизмы подачи и переноса деталей, типовые исполнения и расчет. Электродвигательный привод. Особенности привода главного движения машины и механизмов подачи. Методы регулирования скоростей. Гидравлические механизмы. Расчеты гидравлических механизмов. Пневматические механизмы: двигатели, аппаратура распределения и регулирования. Расчеты пневматических механизмов. Загрузочные и разгрузочные устройства.

5.5. Дереворежущие станки общего назначения. Классификация, схемы, принцип действия, основные параметры, конструктивное устройство станков: ленточнопильных, круглопильных продольно-фрезерных, шипорезных, сверильных, сверильно-фрезерных, долбежных, токарных и шлифовальных.

5.6. Оборудование специальных производств: лесопильного, мебельного, фанерного, древесных плит, строительных деталей. Классификация, схемы, принцип действия, основные параметры, конструктивное устройство.

5.7. Лесосечные многооперационные машины. Валочно-пакетирующие и валочно-трелевочные машины, конструкции. Харвесторы и процессоры. Расчет нагрузок на рабочие органы лесосечных многооперационных машин. Конструкции гидросистем лесосечных многооперационных машин. Конструкции срезающих устройств многооперационных машин. Качество резания древесины.

5.8. Специфика работы машин и аппаратов целлюлозного производства. Стандартизация оборудования целлюлозного производства и ее значение при расчете, конструировании, повышении производительности и надежности. Особенности прочностных расчетов. Варочные установки периодического и непериодического действия (вертикальные и шнековые).

5.9. Технологические схемы и оборудование для промывки, очистки, сгущения и отбелики волокнистых полуфабрикатов. Технологические схемы и оборудование регенерации химикатов. Влияние агрессивности среды, высокой температуры, давления, взрывоопасности на конструкцию машин и аппаратов и технологию. Воздействие среды на конструкционные материалы.

5.10. Классификация видов и причин износа оборудования (окислительный, тепловой, абразивный, усталостный). «Ножевая» коррозия и места ее возникновения.

5.11. Установки для непрерывной варки целлюлозы. Компоновка 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 промывки щепы в одной установке.

5.12. Классификация оборудования для производства бумаги и картона. Перспективы развития и совершенствования технологии и оборудования для производства бумаги и картона. Пути снижения массы квадратного метра бумаги. Типизация бумаго-картоноделательного оборудования: Основные принципы расчета, конструирования оборудования, повышение его производительности и надежности. Особенности прочностных расчетов. Конструкционные материалы в производстве бумаги и картона.

## **6. Автоматизация, роботизация, информатизация управления машинами и системами лесного хозяйства и лесной промышленности.**

6.1. Уровень технологии, как обобщенный показатель степени совершенства производства. Характеристики совершенства производства: свойства обрабатываемого материала, изготавливаемые изделия и их конструкция, технологический процесс, машины и оборудование для реализации процесса, организация производства и др. Перспективные направления развития механической технологии древесины и деревообрабатывающего оборудования.

6.2. Создание быстроперенастраиваемых гибких производственных систем (ГПС) различного назначения, а также полностью автоматизированных участков и цехов.

6.3. Робототехника в ГПС. Структура промышленного робота. Поколения промышленных роботов. Манипуляторы промышленных роботов. Особенности эксплуатации промышленных роботов и комплексов на их основе. Использование промышленных роботов в деревообрабатывающем и мебельном производствах.

6.4. Общая характеристика процессов, комплексная механизация и автоматизация на складах пиломатериалов. Процессы раскроя пиломатериалов на заготовки по длине, ширине и толщине на автоматизированных линиях.

6.5. Использование искусственного интеллекта в технологических процессах лесного хозяйства и лесной промышленности.

6.6. Информационные системы и технологии в лесном комплексе. Совершенствование информационного обеспечения лесных машин и оборудования лесопромышленного комплекса.

6.7. Особенности эксплуатации технологических схем. Экологические особенности (узлы подготовки и регенерации реагентов, использование воспроизводимого сырья, утилизация продукции, вышедшей из употребления, использование сухих отходов, очистка промышленных выбросов, переход к замкнутым циклам и безотходной технологии). Оптимизация, автоматизация и повышение надежности технологических схем. Пути реконструкции технологических схем и оборудования с целью интенсификации производства целлюлозных композитных материалов.

6.8. Методологические принципы развития комплексной механизации и автоматизации производства древесных плит и пластиков.

6.9. Автоматизация процессов производства волокнистых полуфабрикатов, производственный контроль.

6.10. Программное обеспечение многооперационных лесных машин. Съём и обработка статистических данных о работе лесных машин с применением компьютерных программ.

## **7. Технологические комплексы, производственные процессы, поточные и автоматические линии, машины и агрегаты в лесном хозяйстве и лесной промышленности.**

7.1. Основные положения системы машин в лесном хозяйстве. Общие понятия о системах. Классификация систем.

7.2. Система машин как основа планирования создания новой техники и как основа комплексной механизации в лесном хозяйстве. Система машин и ее составляющие.

7.3. Технологические процессы с законченными циклами производства.

7.4. Составление структурных схем технологических процессов с законченными циклами производства. Факторы, определяющие технологические процессы и систему машин в лесном хозяйстве.

7.5. Зоны применения средств механизации в лесном хозяйстве и защитном лесоразведении.

7.6. Технологические комплексы и технические средства для рубок ухода за лесом. Технологические комплексы и технические средства, применяемые для проведения лесозащитных работ и химического ухода в лесу.

7.7. Технологические комплексы и машины для заготовки и транспорта древесины. Подбор оборудования многооперационных комплексов.

7.8. Современные технологические комплексы, применяемые в производстве продукции из древесины.

7.9. Автоматические линии фанерного и плитного производства. Настройка ритма работы автоматических линий.

7.10. Расчет производительности автоматизированных линий. Способы повышения производительности.

## **8. Технология транспортного освоения лесосырьевых баз.**

8.1. Лесовозные автомобили, их технические и эксплуатационные показатели. Теоретические основы компоновки и проектирования автопоездов. Конструкции автопоездов. Тяговые характеристики двигателей лесовозных автомобилей. Топливная экономичность. Управление расхода топлива. Мероприятия по улучшению проходимости лесовозного автотранспорта. Тенденции развития трансмиссии, ходовых систем и органов

управления. Перспективы совершенствования двигателя лесовозных автомобилей.

8.2. Общее устройство тепловозов. Построение тяговых характеристик тепловозов. Типы лесовозных вагонов УЖД. Прочностные расчеты основных узлов вагонных конструкций. Конструктивные особенности железнодорожного пути. Расчеты прочности верхнего строения пути. Содержание и ремонт пути. Охрана окружающей среды при эксплуатации лесовозного железнодорожного транспорта.

8.3. Конструктивные особенности дорожно-строительных машин. Основные узлы и агрегаты дорожных машин, их взаимодействие со средой. Основы теории резания и копания грунтов. Виды сопротивлений, преодолеваемых дорожными машинами. Общая методика определения усилий, действующих на рабочие органы. Теоретические основы тяговых расчетов дорожно-строительных машин. Охрана окружающей среды при выполнении работ дорожно-строительными машинами. Машины для устройства колеиных покрытий.

8.4. Применение канатных установок на трелевке, штабелевке, погрузке и разгрузке лесоматериалов. Типы канатных установок. Расчет тягового усилия, мощности привода. Расчет стрел, мачт и оттяжек. Унифицированные канатные установки. Технические и эксплуатационные показатели.

8.5. Классификация кранов, применяемых на лесных складах. Отличительные особенности кранов лесной модификации от общепромышленных. Основные параметры грузоподъемных машин. Режим работы кранов. Основные механизмы кранов. Расчет мощности привода механизма подъема груза и передвижение крана по рельсовому пути. Устойчивость стреловых кранов. Определение нагрузки на колеса. Расчет на прочность несущего каната кабельного крана. Предохранительные устройства грузоподъемных машин.

8.6. Конструктивные схемы продольных конвейеров. Типы тяговых устройств. Методика расчета тягового органа. Приводные и натяжные устройства. Конструкции тревьерс. Классификация сбрасывателей. Область применения. Применение манипуляторов на сортировке и пакетировке лесоматериалов.

8.7. Расчет усилий, мощности и производительности машин для обработки лесных почв, для посадки и ухода за саженцами, удаления кустарников и корчевки пней. Конструктивные особенности оборудования для ухода за лесопосадками, сбора и подготовки семян, механизации работ в лесопитомниках.

8.8. Оптимальная схема транспортного основания лесосырьевой базы. Выбор транспорта для поставки древесины потребителям.

8.9. Виды водного транспорта леса и его применение. Транспортно-технологические схемы водного транспорта леса. Водные пути и их использование для транспорта леса. Устройство водных путей и сооружение на них для транспорта леса (гидротехнические и наплавные). Переработка грузопотока лесоматериалов на рейдах приплава и лесоперевалочных

предприятиях. Применяемое оборудование. Водное законодательство и требование к лесосплавным организациям по охране водоемов.

8.10. Машины и механизмы, используемые на сплаве древесины и на рейдах. Сортировочно-сплоточные машины. Усилие на рабочие органы в процессе сплотки. Машины для пуска древесины в сплав и выгрузке из воды. Подготовка лесоматериалов к сплаву: повышение плавучести, сплотка. Пути снижения потерь древесины при сплаве. Способы сплава технологической щепы, древесины лиственных пород и лиственницы.

## **9. Связующие составы, защитно-декоративные материалы в производстве продукции деревоперерабатывающей промышленности.**

9.1. Классификация клеев, применяемых в деревообрабатывающей промышленности. Требования, применяемые к клеям. Фенолформальдегидные смолы. Исходные компоненты. Способы получения и устройство реактора. Области применения этих смол. Физико-химические свойства смол.

9.2. Карбамидоформальдегидные смолы. Исходные компоненты. Способы получения. Области применения. Физико-химические свойства смол. Другие виды смол и клеев (вспененные, порошкообразные, пленочные и др.) Области применения. Универсальные смолы и клеи: полимеризационные, поликонденсационные. Области применения. Структура покрытий и виды отделочных материалов.

9.3. Красящие вещества, наполнители, растворители, разбавители и пластификаторы как компоненты отделочных материалов. Основные виды красителей, протрав, пигментов, наполнителей, растворителей и пластификаторов, применяемых в отделочных материалах для древесины и древесных материалов, их свойства и предъявляемые к ним требования.

9.4. Пленкообразователи и лакокрасочные материалы на их основе. Виды и свойства лакокрасочных материалов для древесины, древесных плит и композиционных материалов на основе природных смол, синтетических термопластичных полимеров, эфиров целлюлозы, высыхающих масел и реакционных синтетических смол. Отделочные пленки для древесины и древесных плит на основе термопластичных и термореакционных полимеров. Методы испытаний лакокрасочных материалов и отделочных пленок.

9.5. Физические основы образования защитно-декоративных покрытий на древесине и древесных плитах. Смачивание и растекание, взаимодействие с древесиной, древесными плитами и реология жидких покрытий.

9.6. Методы и оборудование для нанесения лакокрасочных материалов пневматическим и механическим распылением в электрическом поле, обливанием, вальцами, окунанием, протягиванием и др.

## **10. Эргономика, надежность, безопасность машин и технологического оборудования в лесном хозяйстве и лесной промышленности.**

7.1. Содержание и основные направления науки о надежности. Перспективы развития. Особенности деревообрабатывающего оборудования с точки зрения надежности. Основные понятия и определения теории надежности: работоспособность, надежность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Характеристика свойств надежности.

7.2. Отказы, классификация, физическая сущность и схемы формирования. Математическая обработка потока отказов с использованием ЭВМ. Показатели надежности.

7.3. Методика выбора показателей для элементов и сложных систем оборудования применительно к решению практических задач проектирования, изготовления и эксплуатации.

7.4. Методы получения информации о надежности машин. Эксплуатационные наблюдения, цель и задачи. Методики проведения эксплуатационных наблюдений, оценочные показатели и измеряемые параметры. Методы сбора и обработки информации о надежности.

7.5. Стендовые ускоренные испытания. Классификация видов испытаний, цели и задачи. Методы сокращения продолжительности ускоренных испытаний, понятие о пределах форсирования нагрузочного параметра. Нагрузочноимитирующие устройства, классификация, типовые схемы. Типовая методика проведения ускоренных испытаний, основные этапы.

7.6. Определение надежности машины. Система и элемент системы. Расчет схемной надежности. Сущность резервирования. Математические модели технологической надежности, безотказности и технического состояния. Основные положения, сущность, область применения. Математические модели надежности и безотказности машины.

7.7. Расчет схемной надежности. Резервирование надежности деталей и узлов.

## **11. Качество, стандартизация и сертификация продукции, техники и технологий лесного хозяйства и лесной промышленности.**

11.1. Контроль процесса производства и качества готовой продукции. Стандартизация и управление качеством в лесопромышленном комплексе.

11.2. Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием в процессе эксплуатации. Выходные параметры как показатели технического состояния оборудования. Процессы, происходящие а машине при ее эксплуатации. Обратимые и необратимые процессы.

11.3. Причины потери машиной работоспособности, изменение ее начального качества. Взаимосвязь процессов и объектов в замкнутой системе «человек – машина-среда».



11.4. Стандартизация и сертификация продукции из древесины.

11.5. Стандартизация и сертификация техники и технологий лесного хозяйства и лесной промышленности.

## **12. Неразрушающие методы и квалитметрическая оценка древесины на корню, в сортиментах, в конструкциях из древесины и древесных материалов.**

12.1. Современные методы и оборудование для оценки химического строения компонентов древесины.

12.2. Современные методы и оборудование для оценки физико-механических свойств древесины и древесных материалов.

12.3. Нормируемые показатели качества древесины и древесных материалов. Способы повышения качества продукции из древесины.

12.4. Неразрушающие методы контроля параметров качества древесины на корню, в сортиментах, в конструкциях из древесины и древесных материалов.

12.5. Приборы, оборудование и методики оценки резонансных свойств древесины.

12.6. Методы оценки адгезионных свойств клеевых составов и покрытий древесины и древесных материалов.

12.7. Исследования биологической продуктивности лесов и их реакции на изменение климата.

12.8. Состояние проблемы квалитметрических исследований биомассы дерева.

## **13. Методы контроля, нормирования опасных и вредных факторов, и защиты от них; безопасность условий труда в лесном хозяйстве и лесной промышленности.**

13.1. Определение понятия «экология». Экология как наука о строении и функциях природы и теоретическая основа охраны природы. Место экологии в системе биологических наук и ее значение для цивилизации. Классификация, задачи и объекты экологии. Экология и охрана природы.

13.2. Нарушения, бедствия и катастрофы в сообществах и экосистемах. Природные и антропогенные нарушения и катастрофы, их классификация. Типы воздействия экстремальных факторов на экосистемы. Загрязнение окружающей среды как экологическая проблема и как результата вмешательства человека в природу.

13.3. Понятие и классификация загрязнений. Локальные, региональные и глобальные загрязнения. Пути загрязнения окружающей среды. Источники загрязнения и загрязняющие вещества. Распространение и превращение загрязняющих веществ.

13.4. Природные ресурсы и их классификация. Факторы, определяющие масштабы их потребления. Оптимизация потребления ресурсов. Организация цикличности материальных потоков. Межотраслевая кооперация и безотходные объединения технологических процессов. Пути комплексного использования древесного сырья на предприятиях лесной и деревообрабатывающих, целлюлозно-бумажной промышленности и лесного хозяйства.

13.5. Создание малоотходных и безотходных территориально-промышленных комплексов, утилизация отходов.

13.6. Снижение уровня отрицательных воздействий существующих производств на окружающую среду: очистка сточных вод, управление взвешенных частиц, вредных веществ в газообразных выбросах, снижение уровня энергетических воздействий и обезвреживание выбросов. Задачи и направления экологизации производств, рекультивация окружающей среды.

13.7. Организационная структура системы управления охраной окружающей среды. Критерии качества окружающей среды. Экологические подходы к нормированию антропогенных нагрузок. Нормативно-правовые основы охраны природы. Стандартизация и паспортизация взаимодействия с окружающей средой.

13.8. Мониторинг антропогенных изменений, его классификация. Экологический мониторинг на разных уровнях воздействия. Реализация систем мониторинга и контроля природной среды.

13.9. Обеспечение безопасности при проведении монтажных и ремонтных работ; сохранности окружающей среды от загрязнения горючесмазочными материалами.

## Литература

1. Сайт журнала «Лесопромышленник», <http://www.lesopromyshlennik.ru>.
2. Сайт журнала «Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии» <http://spbftu.ru/science/pub/izvest/>
3. Сайт журнала «Polymer Science, Series D», <https://link.springer.com/journal/12260>.
4. Сайт журнала «Wood Research», [www.woodresearch.sk/](http://www.woodresearch.sk/).
5. Сайт журнала «Wood Science and Technology», <https://link.springer.com/journal/226>.
6. Сайт журнала «Деревообрабатывающая промышленность», <http://firstedu.ru/zhurnaly>.
7. Сайт журнала «Клеи. Герметики. Технологии». [www.nait.ru/subscription/index.php?p\\_journal\\_id=13](http://www.nait.ru/subscription/index.php?p_journal_id=13).
8. Сайт журнала «Лесной вестник», [les-vest.msfu.ru](http://les-vest.msfu.ru).
9. Сайт журнала «Лесной журнал», <http://lesnoizhurnal.ru/issuesarchive/>
10. Сайт журнала «Леспромформ», <https://mebel-news.pro/magazines/lesprominform>.

11. Сайт журнала «Системы. Методы. Технологии», [brstu.ru/static/unit/journal\\_smt/index.php](http://brstu.ru/static/unit/journal_smt/index.php).
12. Сайт Российской Национальной библиотеки <http://www.nlr.ru/>
13. Сборники трудов молодых ученых СПбГЛТУ <http://spbftu.ru/science/pub/young/>
14. Программы научно-технических конференций <http://spbftu.ru/science/program/>
15. Григорьев, И.В. Средоохраняющие технологии разработки лесосек в условиях Северо-Западного региона Российской Федерации [Электронный ресурс] : монография / И.В. Григорьев, А.И. Жукова, О.И. Григорьева, А.В. Иванов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2008. — 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
16. Пятакин, В.И. Проектирование лесозаготовительных и лесосплавных производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Пятакин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2012. — 72 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
17. Технологические расчеты лесопромышленных производств. В 2 ч. Ч. 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Ширнин [и др.]. — Электрон. дан. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2018. — 180 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
18. Ширнин, Ю.А. Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств. Ч.1. Технология лесозаготовительных производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Ширнин, К.П. Рукомойников. — Электрон. дан. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2012. — 168 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
19. Варанкина Г.С., Чубинский А.Н. Формирование низкотоксичных древесных материалов. СПб.: Химиздат, 2014 г. – 148 с.
20. Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение. М.: МГУЛ. 2007 г. - 351 с.
21. Чубинский А.Н. и др. Физические методы испытаний древесины. СПб.: Галаника. 2015 г. -125с.
22. Чубинский А.Н. Методы поддержки инженерных решений. СПб.: СПбГЛТУ, 2014. 24 с.
23. Чубинский А.Н., Тамби А.А. Инновационные методы контроля древесины и древесных материалов. СПб.: СПбГЛТУ, 2014. – 32 с.
24. Азаров В.И., Буров А.В., Оболенская А.В. Химия древесины и синтетических полимеров.: Учебник для вузов. СПб.: Лань. 2010. – 624 с. <http://e.lanbook.com>
25. Балатюк Т.А., Пазухина Г.А., Соловьев В.А. Делигнификация лиственной сульфатной целлюлозы ферментным комплексом дереворазрушающего гриба *Canoderma applanatum*, 4-94/ Тезисы докладов Междун. конф.Физико-химия лигнина, Архангельск, 2005.-с.223-232.
26. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. М.: КолосС, 2004.- 296 с.

27. Гринштейн Г., Гринштейн А. Наглядная биохимия. М.:ГЭОТАР-МЕД, 2004.-119с.
28. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. М.: изд. центр «Академия», 2010.-426с.
29. Евстигнеев Э.И. О строении природного лигнина. Известия СПбГЛТА, 2012, Вып. 198, с. 176-185.
30. Евстигнеев Э.И. Путь волокна. Значение структуры древесины в технологии волокнистых полуфабрикатов и бумаги: Монография. – СПб.: Химиздат, 2012. – 308 с.
31. Евстигнеев Э.И. Физика и химия целлюлозы и лигнина: учебное пособие. СПб: СПбГЛТУ, 2018. – 80 с.
32. Евстигнеев Э.И., Костюкевич Н.Г. Химия древесины. Методические указания по самостоятельному изучению дисциплины и контрольные задания. СПб: СПбГЛТУ, 2017. – 40 с.
33. Евтюхов С.А., Смирнова Е.Г., Пазухина Г.А. Долговечность бумаги для печати/Между. Издательский Дом LAP: Lambert Academic Publishing, Германия, 2011.-129 с.
34. Загоскина Н.В., Назаренко Л.В., Калашникова Е.А. Биотехнология: теория и практика. М.: Оникс, 2009.-496с.
35. Ковалев В.Б., Лабутин Д.В. Основы химии обмена веществ растений. СПб.: Изд-во «БорейАрт», 2008.-124с.
36. Леонович А.А. Новые древесноплитные материалы. СПб.: Химиздат, 2008.-134с.
37. Леонович А.А., Шпаковский В.Г. Древесностружечные плиты: огнезащита и технология [Монография]. – СПб.: Химиздат, 2012. – 160 с.
38. Поздняковский М.А. Пищевая биотехнология. Новосибирск, Сибирское универ. изд-во, 2007.-415с.
39. Технология целлюлозно-бумажного производства. Том III. Производство бумаги и картона, часть. Технология производства и обработки бумаги и картона, ч.2. Основные виды и свойства бумаги, картона, фибры и древесных плит, 2006.-499с
40. Ширшиков В.И., Литвинов В.А., Пиалкин В.Н. Химия и технология древесно-угольных брикетов. СПб.: Химиздат, 2011.-200с.
41. Эмрих В. Производство древесного угля. Перевод с англ. под ред. Ширшикова В.И., Пиалкина В.Н. СПб.: Изд-во «Химия», 2011.-274с.