

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»

**В. Ф. БАГИНСКИЙ, О. В. ЛАПИЦКАЯ**

## **КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ**

Допущено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов  
учреждений высшего образования по специальности  
магистратуры «Многофункциональное лесопользование»

Гомель  
ГГУ им. Ф. Скорины  
2022

УДК 630\*652(075.8)

ББК 43.9я73

Б144

Рецензенты:

кафедра лесоустройства учреждения образования  
«Белорусский государственный технологический университет»;  
заместитель директора по научной работе  
ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», член-корреспондент,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор В. В. Усеня

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом  
учреждения образования «Гомельский государственный  
университет имени Франциска Скорины»

**Багинский, В. Ф.**

Б144 Комплексная оценка лесных ресурсов : учебное пособие /  
В. Ф. Багинский, О. В. Лапицкая ; М-во образования Респуб-  
лики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель :  
ГГУ им. Ф. Скорины, 2022. – 151 с.  
ISBN 978-985-577-850-0

Учебное пособие содержит изложение понятий комплексной продуктивности лесных насаждений и ее оценки. Показана структура оценки комплексной продуктивности, в которую входят древесные ресурсы (древесина стволов, сучьев, корней, древесные отходы), недревесные продукции леса (грибы, ягоды, лекарственное сырье и т. д.), а также экологические полезности (функции) леса. Среди последних особо выделено депонирование углерода лесными насаждениями как один из важнейших факторов предотвращения изменения климата. Изложена история использования оценки продуктивности леса от древних времен до наших дней. Приведено эстетическое и культурное значение леса и его вклад в формирование мировоззрения современного человека.

Адресовано магистрантам специальности 1–75 80 01 «Многофункциональное лесопользование», аспирантам, преподавателям, учителям биологии, экологам, а также научным и инженерно-техническим работникам лесного хозяйства, лесоустройства и садово-паркового хозяйства.

УДК 630\*652(075.8)

ББК 43.9я73

**ISBN 978-985-577-850-0**

© Багинский В. Ф., Лапицкая О. В., 2022  
© Учреждение образования «Гомельский  
государственный университет  
имени Франциска Скорины», 2022

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая дисциплина включена в курс обучения для специальности 1–75 80 01 «Многофункциональное лесопользование» для второй ступени высшего образования. Включение данного предмета вызвано необходимостью дать углубленные знания по вопросам лесопользования в Беларуси. Составной частью этой дисциплины является предмет «Комплексная оценка лесных ресурсов».

Изучение настоящего предмета вызвано тем, что в Беларуси ведется комплексное лесное хозяйство. В настоящее время лес выступает как источник ценного возобновляемого природного сырья (древесины), а лесное хозяйство поставляет многие другие ресурсы и экологические полезности. Заметное значение также имеют другие продукты побочного лесопользования: грибы, ягоды, техническое и лекарственное сырье, а также охотничьи животные и лесные ресурсы. Особое место в последнее время заняли экологические полезности: депонирование углерода, водоохранные и почвозащитные функции леса, его санитарно-гигиеническая роль, экологический туризм и многое другое.

Специалисты лесного хозяйства должны в полной мере знать про все ресурсы и полезности леса и уметь их рационально использовать. Ввиду того, что уровень подготовки специалистов лесного хозяйства, получающих высшее образование, в последнее время понижен (сокращены сроки обучения, программы по основным дисциплинам, исключен ряд предметов), ряд аспектов многоцелевого рационального лесопользования остается за пределами программы обучения. Это должна восполнить программа обучения в магистратуре. Хотя основная работа учащихся по окончании магистратуры предполагается в науке и образовании, но и участие таких специалистов в работе производственных организаций тоже желательна как в роли консультантов, так и в другом качестве.

Излагаемый материал нужен не только для магистрантов. Он с пользой для производственной работы может быть усвоен специалистами лесного хозяйства с высшим и средним специальным образованием.

Авторы учебного пособия, работая в ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», много лет занимались представленными в нем вопросами. В 2009 году ими, совместно с другими учеными, впервые выпущена монография «Комплексная продуктивность лесного фонда», где собраны все сведения о продуктивности лесов и земель лесного фонда. Эти материалы со значительными дополнениями вошли в настоящее учебное пособие. Изучение данной дисциплины предусмотрено для магистрантов специальности 1–75 80 01 «Многофункциональное лесопользование» дневной и заочной форм обучения.

# ГЛАВА 1

## ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ.

### ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧАЕМОГО ПРЕДМЕТА

#### 1.1 Понятие о комплексной продуктивности

С момента своего появления человек пользовался дарами природы. Продукция леса всегда входила в состав жизненно необходимых благ человека. С течением времени изменялось отношение людей к различным ресурсам леса. Их перечень расширялся. Некоторые первостепенные продукты сменялись другими, но значение леса в жизни человека оставалось очень большим.

В настоящее время первостепенное значение среди продукции леса имеет древесина. В то же время значительно выросла роль экологических функций леса. В соответствии с Лесным Кодексом выделены категории лесов. *Категория лесов* – часть лесов, выделяемая с учетом их экологического, экономического и социального значения, места нахождения и выполняемых ими функций. В соответствии с экологическим, экономическим и социальным значением лесов, их местом нахождения и выполняемыми ими функциями леса делятся на следующие категории:

- 1) природоохранные;
- 2) рекреационно-оздоровительные;
- 3) защитные;
- 4) эксплуатационные.

Первые три названные категории выполняют, в основном, экологические функции, а в четвертой категории обеспечивается получение древесины, второстепенных лесных материалов и побочных пользований.

Экологические функции лесов являются необходимыми и полезными для жизни людей и общества, поэтому мы считаем целесообразным назвать их полезностями.

В современном понятии комплексная продуктивность лесных насаждений включает ресурсы леса и его полезности. Понятие о комплексной продуктивности неразрывно связано с целями и задачами лесного хозяйства.

Основная цель ведения лесного хозяйства – удовлетворение постоянно растущих потребностей общества в древесине, других сырьевых ресурсах леса и в экологических полезностях. В нашей стране имеется достаточно лесов, чтобы полностью обеспечить все запросы промышленности, сельского хозяйства и населения в продукции леса.

В лесах Беларуси ведется интенсивное хозяйство. В то же время доля лесного сектора в валовом внутреннем продукте государства по разным оценкам колеблется в пределах 3–5 %. Это явно недостаточно для страны, где лесистость составляет 40 %.

Поэтому вполне обоснованно поставлена задача – существенно повысить значение лесного сектора в белорусской экономике. Сделать это требуется за счет полного и комплексного использования всех ресурсов и полезностей леса.

У нас традиционно главным ресурсом, который дает лес, была и остается стволовая древесина. В определенной мере заготавливают продукцию побочного пользования (в основном грибы и ягоды) и охоты. Многие ценные лесные ресурсы не используются или находят ограниченное применение. Так, лесосечные отходы сжигают или оставляют в лесу для перегнивания. Древесный отпад выбирается рубками промежуточного пользования далеко не полностью.

В настоящее время в связи с необходимостью обеспечения энергетической безопасности Республики Беларусь главой государства поставлена задача – производить не менее 25 % всей потребляемой в стране энергии за счет местных видов топлива. В составе этого топлива основным элементом является древесина в виде дров топливных, отходов деревообработки, лесосечных отходов, древесного отпада, что перерабатывается в древесную щепу. Учет двух последних видов древесного топлива из-за отсутствия спроса осуществляется весьма приближенно. С появлением спроса на лесосечные отходы и древесный отпад и переходом этой продукции из неликвидных отходов в товар, точность его учета должна повыситься до уровня дров топливных.

Лес является источником многих пищевых, технических, лекарственных ресурсов. Их использование постоянно возрастает. При этом большое количество грибов и ягод вывозится за границу, за что государство получает весомую валюту. Поэтому необходимо иметь достаточно точные сведения о наличии названных ресурсов, чтобы планировать (и регулировать) их заготовку и экспорт.

Экологические функции наших лесов важны не только для Республики Беларусь, но и для всей Европы. С сохранением и расширением лесов связаны надежды человечества на прекращение возрастания доли диоксида углерода в атмосфере Земли и приостановкой глобального потепления климата. Поэтому лесная политика белорусского государства направлена не только на сохранение и приумножение ресурсного потенциала белорусских лесов, но и на сбережение, и усиление экологических функций леса. Она базируется на принципах устойчиво-

го развития, нашедших отражение в материалах конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 году, которые изложены в «Повестке дня на XXI век».

Республика Беларусь одной из первых в мире разработала национальную Стратегию устойчивого развития в соответствии с приоритетами, обозначенными в международных документах. Поэтому экологическое значение лесов и выполняемые ими экологические функции должны быть оценены не только качественно, но и количественно. Этот тезис вытекает из материалов специальной сессии Генеральной ассамблеи ООН, посвященной лесам и лесному хозяйству, состоявшейся в Нью-Йорке в 1997 году.

Леса представляют собой большое национальное богатство, которое должно оцениваться соответствующим образом. В Беларуси разработан и введен лесной кадастр. Для ведения кадастра необходимы сведения о комплексной продуктивности земель лесного фонда. Эта оценка начинается с получения количественных показателей о сырьевых ресурсах и экологических полезностях леса. До недавнего времени такие сведения имелись только в отношении древесины, частично оценивались запасы съедобных грибов и ягод.

Наличие нормативов комплексной продуктивности лесных биогеоценозов необходимо при организации многоцелевого, непрерывного, неистощительного и постоянного экологизированного лесопользования. Для установления одного из главных нормативных элементов лесопользования – возраста и оборота рубки – уже недостаточно иметь сведения только о древесине. Требуется учитывать спелости экономической и экологической природы. Обобщением этих спелостей является эколого-экономическая спелость. Для ее вычисления надо иметь количественные величины не только древесного сырья, но и экологических функций лесного биогеоценоза на каждом таксационном выделе. При определении расчетной лесосеки в соответствии с Лесным Кодексом учитываются запасы древесины. При проведении научных исследований, где используются экономико-математические методы расчетов, в состав исходных данных включают все сырьевые ресурсы.

В состав лесного фонда входят лесные и нелесные земли. Количественная оценка лесных земель, т. е. тех, которые предназначены для выращивания леса, является более определенной и конкретной задачей, особенно в части земель, покрытых лесом. Нелесные земли (болота, воды, нарушенные земли и т. д.) тоже представляют собой определенную, часто и немалую, ценность как места обитания животных, источ-

ники различных растительных ресурсов в силу выполняемых ими экологических функций. Поэтому в настоящем учебном пособии приведены оценки как лесных биогеоценозов, т. е. лесов, так и безлесных пространств, которые органически входят в состав лесного фонда.

## 1.2 Цели и задачи изучения предмета

*Целью* изучения настоящего предмета выступает ознакомление магистрантов, обучающихся по лесохозяйственным специальностям, со всем многообразием ресурсов и полезностей леса.

*Задачи изучения:*

- показать величину и значение каждого ресурса и полезности леса;
- определить значение каждого ресурса и полезности леса на результаты работы лесного хозяйства;
- научить выбору оптимальных параметров при оценке лесных ресурсов (особенно древесины) и получения максимально возможных объёмов полезностей леса;
- научить подходить к выполнению разных работ в лесу (особенно рубок леса) с позиций принципов устойчивого развития;
- дать общее понятие о лесе как источнике ценных возобновляемых ресурсов и главном источнике стабилизации экологической стабильности в Беларуси и Европе.

Достаточно полное изучение всех ресурсов и полезностей леса позволит будущим высококласным специалистам грамотно подходить к решению возникающих проблем в отрасли и принимать адекватные решения в текущей работе.

## 1.3 Структура комплексной продуктивности ресурсов и полезностей леса

В соответствии с Лесным Кодексом лесопользование в Республике Беларусь осуществляется по следующим видам: заготовка древесины, заготовка живицы, заготовка второстепенных лесных ресурсов, побочное лесопользование, лесопользование в научно-исследовательских и образовательных целях, лесопользование в целях проведения культурно-оздоровительных, туристических, иных рекреационных и (или) спортивно-массовых, физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий. Основными документами, на основании которых возникает право лесопользования, является лесорубочный билет, ордер и лесной билет.

Исследование комплекса ресурсов и полезностей лесных биогеоценозов в органическом единстве и приведение их в одном издании впервые сделано в Институте леса коллективом авторов. Обобщение этой работы и редактирование проведено В. Ф. Багинским в соответствующей монографии. В настоящем учебном пособии приведены результаты этих исследований. Здесь же, помимо описания классификации комплекса ресурсов и полезностей леса, методики разработки соответствующих нормативов для материальной оценки ресурсов и экологических функций леса приведены сами нормативы. Они дифференцированы по категориям земель. Для лесных насаждений нормативы даны в разрезе древесных видов по типам леса и типам условий местопроизрастаний. Описаны также основные направления использования этих нормативов для оценки земель лесного фонда и организации лесопользования на принципах устойчивого развития.

Использование нормативов комплексной продуктивности лесных биогеоценозов Беларуси позволяет обеспечить вовлечение в хозяйственный оборот всего многообразия тех продуктов и полезностей, которые дает лес, сделать полноценную кадастровую оценку лесных земель, объективно показать значение леса в системе национального богатства Республики Беларусь. Оценка каждого гектара лесных биогеоценозов во всем их многообразии дает возможность правильно оценить ущерб от вырубki леса или от его уничтожения в силу различных причин.

Понятие ресурсов и полезностей леса, несмотря на кажущуюся простоту этих терминов, в литературе трактуется неоднозначно. Так, термин «запас древостоя» в ряде публикаций понимается как общая кубатура древесины, включая ствол, сучья, ветви, кору и т. д. Но это же понятие при отпуске леса часто используют при обозначении только древесины стволов, более того, лишь товарной (ликвидной) ее части.

Анализируя прирост, чаще всего имеют в виду прирост стволовой древесины. Таким образом, в литературе встречается довольно вольное обращение с рядом терминов и определений, несмотря на то, что их употребление упорядочено наличием соответствующих ГОСТов и справочных изданий.

Мы считаем, что применение терминов и определений должно соответствовать действующей нормативной системе. Но в ряде случаев здесь возникают трудности, особенно при переходе к описанию экологических функций леса. Если для большинства ресурсов и многих экологических функций леса существует достаточно строгая система терминов и определений, регулируемая стандартами и ин-

струкциями, а также сведениями, узаконенными в энциклопедических изданиях, то при описании всей системы ресурсов и экологических функций леса существуют разные подходы.

Традиционно под лесными ресурсами понимали лишь запасы древесины, где можно вести лесозаготовки. С повышением значимости других ресурсов и полезных функций леса, что произошло к 50–60 годам прошлого века, в это понятие включали живицу, продукцию побочного лесопользования, второстепенные лесные ресурсы и т. д.

Целесообразно отметить, что понимание леса как источника многих ресурсов и экологических полезностей существовало с давних пор. Многоуровневый подход к лесным ресурсам находим уже в работах М. К. Турского, М. М. Орлова, Г. Ф. Морозова и других классиков лесной науки. Другое дело, что перед обществом не стояли столь остро экологические проблемы, «выросшие» во второй половине XX века, и потому экологические функции леса находились «в тени» лесопользования. Последнее сводилось, главным образом, к потреблению древесины и, в определенной мере, к заготовке продукции побочного пользования и охоты.

Известно, что леса не только служат источником различного сырья, но и выполняют экологические функции. Разделить эти две стороны функционирования лесных биогеоценозов невозможно, т. к. они взаимосвязаны. В большинстве случаев наблюдается прямая корреляция между величинами главного лесного ресурса – запаса древесины с объемами экологических полезностей: депонирование CO<sub>2</sub>, водоохранная функция и т. д. Поэтому сырьевые ресурсы и экологические функции должны рассматриваться совместно.

Если анализировать лес с позиций системного анализа, то он представляет собой большую и сложную систему. При этом лес в его биоценотическом понимании является нецеленаправленной системой, т. е. у него нет главной цели системы. О природных системах принято говорить, что у них не цели, а функции. Но когда мы ведем в лесу интенсивное хозяйство, то уже строим искусственную систему, для которой существует иерархия целей, и может быть выделена главная цель. При этом необходимо считаться с тем, что лес все же природный объект, т. е. целенаправленная система должна опираться на природную систему.

Из изложенного вытекает, что ресурсы леса, которые мы целенаправленно выращиваем, представляют собой различные цели системы «лес». В этой системе сохраняются присущие ей функции: рост, взаимодействие с почвой и другими компонентами биогеоценоза, куда входят и те функции, которые принято называть экологическими.

В то же время при интенсивном ведении лесного хозяйства ведется управление лесовыращиванием не только для получения сырьевых ресурсов, но и для производства насаждениями большего количества атомарного кислорода, максимизации депонирования диоксида углерода, очищения возможно большого объема воды и воздуха и т. д. Следовательно, лес и его функции выступают уже как предмет и продукт труда. Но уравнивать древесину, грибы и ягоды и т. п. и производимый лесами кислород и другие полезности в настоящее время нельзя.

В литературе существует достаточно широкая интерпретация понятий «ресурсы» и «функции». Так, А. Д. Янушко выделяет рекреационные, защитные, аэровосстановительные и ресурсные функции леса. С точки зрения леса как на природной нецеленаправленной системы это верно. Но в Беларуси, как отмечено выше, ведется интенсивное лесное хозяйство. Кайрюкштис Л. А. и Мизарас С. В. в понятие функции также включают сырьевую и экологическую компоненты. Спиридонов Б. С., наоборот, экологические функции леса относит уже к ресурсам.

Определение «функции» следует оставить, когда лес рассматривается как природный биогеоценоз, т. е. как природная нецеленаправленная система. Если же нас интересует получение тех или иных выходов из этой системы, и мы ее строим целенаправленно, т. е. формируем хозяйственный лес, то должны указать и те цели (продукты), к получению которых стремимся. В этом случае экологические функции леса выступают как некоторые полезности, которые целенаправленно получаем в хозяйственном лесу.

Смешивать понятия «ресурсы» и «полезности» нельзя. Хотя и те, и другие потребляются обществом, но характер потребления разный. Ресурсы в современном мире имеют реальную рыночную цену, они заготавливаются и реализуются, т. е. имеют стоимость и потребительную стоимость. Главный ресурс – древесина, которая в силу длительности процесса лесовыращивания оценивается фактически по ее восстановительной стоимости, на что впервые указал еще К. Маркс.

Нельзя сказать, что экологические полезности не имеют стоимости и потребительной стоимости. На их воспроизводство затрачивается труд лесной охраны, рабочих, ИТР. Важность экологических полезностей по большому счету выше значения любых сырьевых ресурсов. Это вытекает из того положения, что без древесины или лесных ягод и грибов человечество, в принципе, может обойтись, хотя и дорогой ценой, а без кислорода, без изъятия из атмосферы диоксида углерода и без других экологических функций растительности, где лес играет

первостепенную роль, человек выжить не сможет. Но на современном этапе развития общества рыночной цены экологические полезности не имеют, они как бы бесплатные. Именно «как бы бесплатные», т. к. на самом деле стоимость у этих полезностей есть и немалая.

На основании приведенных доводов все продукты в хозяйственном лесу следует разделить на две большие группы – ресурсы и полезности. *Ресурсы* – это все то, что может быть получено (заготовлено, собрано, выращено, добыто и т. д.) и реализовано на рынке. *Полезности* – это все то, что производится лесом, но в современных условиях не реализуется на рынке. В полезности на сегодняшний день равномерно включают все то, что общество получает от выполнения лесом его экологических функций: сбережение и очистка воды, защита почв от эрозии, выделение фитонцидов, депонирование CO<sub>2</sub> и т. д.

Соотношение ресурсы-полезности с течением времени меняется. Уже сегодня наметился переход ряда полезностей в ресурсы. Например, обсуждается, а частично и реализуется продажа углеродных квот. Это наглядно показывает, что депонированный CO<sub>2</sub> скоро может стать реализуемым и достаточно дорогим ресурсом: его оценки колеблются в очень широких диапазонах. Такие же перспективы видятся и в отношении других полезностей леса: вода, леса для оздоровления (рекреационно-оздоровительные) и т. д.

Нами предлагается следующая схема ресурсов и полезностей леса.

Вся продукция хозяйственного леса делится на следующие группы:

1. Ресурсы.
2. Полезности.

1. Ресурсы в свою очередь делятся на следующие категории:

- а) древесные;
- б) недревесные;
- в) животного мира.

а) *Древесные ресурсы* подразделяются в соответствии со следующей схемой (рисунок 1.1).

Запас незавершенного производства, т. е. запас растущего леса, ранее справедливо выделен А. Д. Янушко. Он включает запас древостоев, не достигший возраста главной рубки и оставляемый на корню при рубках промежуточного пользования.

Понятие «лесосечные отходы» зависит от времени и места их образования. В лесах Сибири лесосечными отходами считается частично и то, что в Беларуси относится к товарной древесине. В связи с использованием древесного топлива для нужд энергетики в районах действия ТЭЦ, работающих на дровах, лесосечные отходы войдут в состав товарной (ликвидной) древесины.

б) В соответствии с Лесным Кодексом заготовка древесных соков, сбор дикорастущих ягод и грибов, сбор дикорастущих плодов и орехов, заготовка дикорастущих растений и их частей, заготовка мха, сбор лесной подстилки и опавших листьев, размещение ульев и пчел, сенокошение, пастьба скота, заготовка, сбор лекарственных и иных растений, а также изъятие дикорастущих растений для последующего их использования в качестве посадочного материала относятся к побочному пользованию. В целом, все эти заготавливаемые продукты для сокращения можно назвать *недревесными продуктами леса*. Этим термином мы будем пользоваться и в дальнейшем.

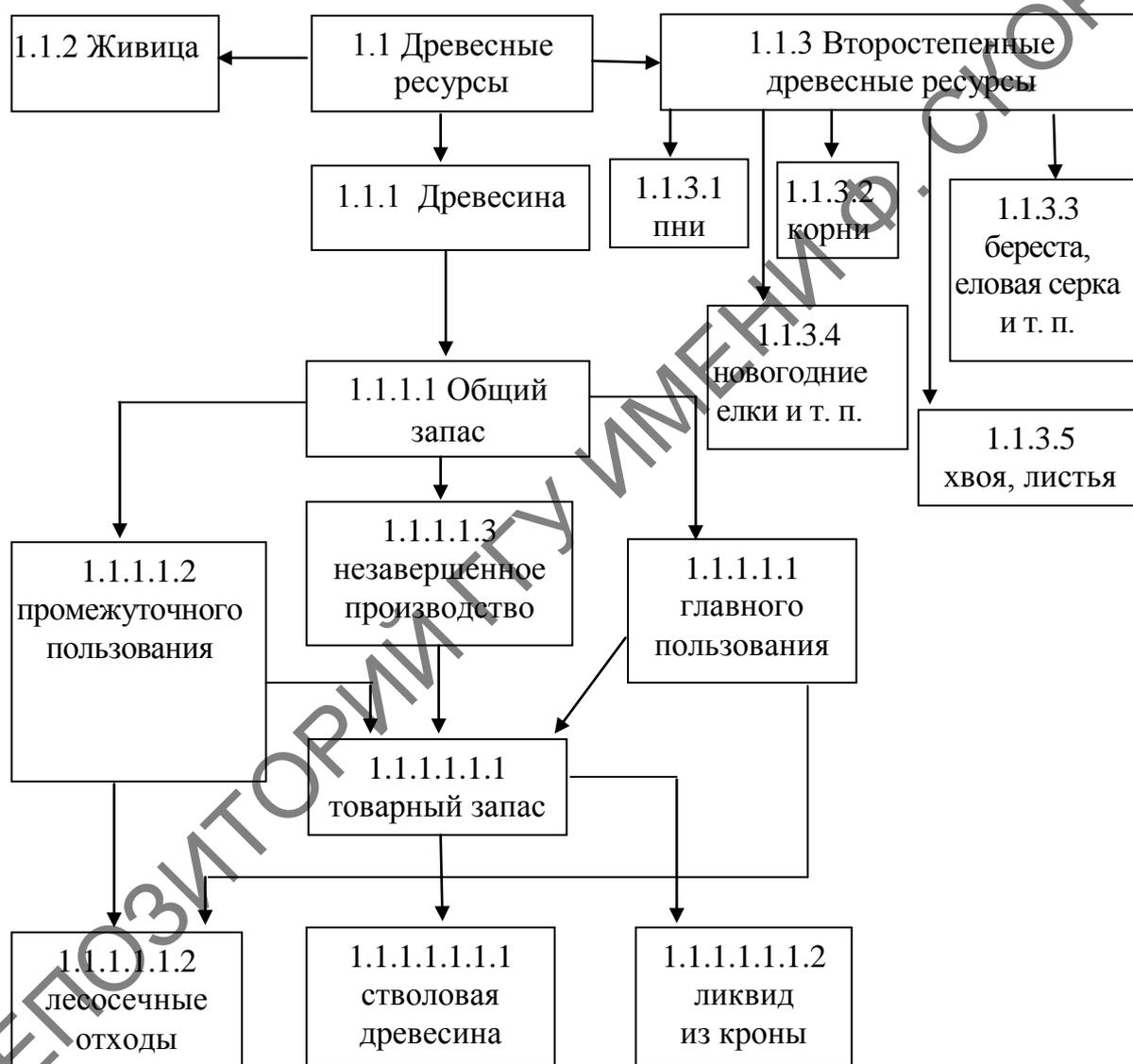


Рисунок 1.1 – Схема лесных (древесных) ресурсов

Можно согласиться с укрупненным делением недревесных ресурсов на пищевые, кормовые, лекарственные и технические.

в) *Ресурсы дикого животного мира* делятся на следующие виды:

- 1) мясные (кабан, лось и т. п.);
- 2) пушно-меховые (лисица, куница, белка);
- 3) лекарственные (бобровая струя, панты и т. д.).

Полезности (функции) леса подразделяются в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1.2.

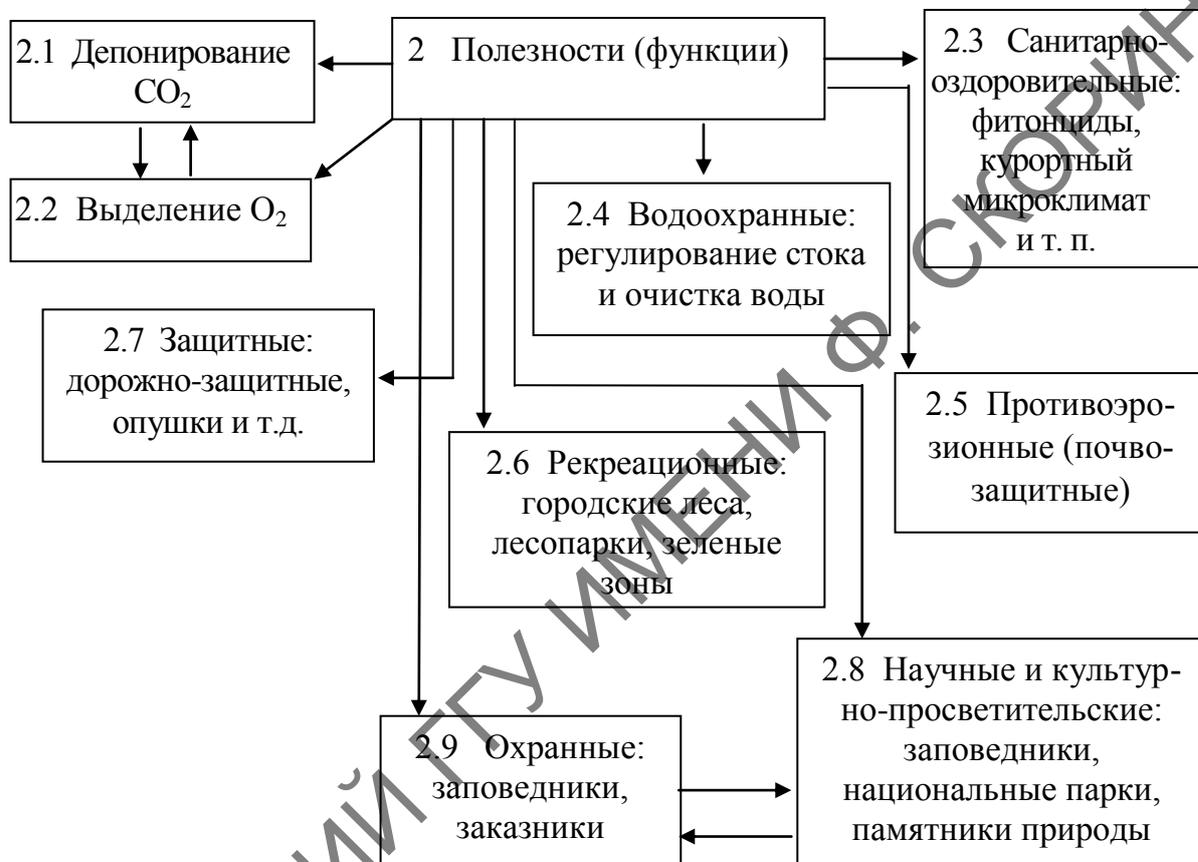


Рисунок 1.2 – Схема экологических полезностей (функций) леса

Приведенная схема не представляет собой застывший скелет на все времена. Жизнь постоянно вносит свои коррективы. Как уже отмечено, есть тенденция перехода ряда полезностей (функций) в категорию ресурсов, добавляются новые виды пользования, расширяется ассортимент ресурсов. Так, пни в недалеком будущем могут исчезнуть как самостоятельный, хотя и второстепенный древесный ресурс, перейдя в категорию топливной древесины. Поэтому приведенную схему следует рассматривать как классификацию лесных ресурсов и полезностей в хозяйственных лесах Беларуси на текущий момент.

## **1.4 Связь дисциплины с лесоводством, лесоустройством, лесной таксацией, экономикой и другими предметами**

Изучаемая дисциплина органично вписывается в общую систему подготовки специалистов лесного хозяйства высокого уровня. Комплексная оценка ресурсов и полезностей леса базируется на теории и практике лесоведения и лесоводства (в частности на использовании лесной типологии и др.). Знание лесной таксации и лесоустройства требуется для оценки насаждений по породам, типам леса и классам бонитета и, особенно, при определении оптимального прироста древостоев. Все расчетные показатели должны иметь экономическую оценку. Последнее наиболее сложно и неопределенно из-за постоянно изменяющихся цен. Поэтому важно определить общие подходы, что позволяет постоянно корректировать экономические показатели в соответствии с рыночной конъюнктурой.

Конкретные значения лесных ресурсов и полезностей находят при использовании математических моделей с учетом плотности древесины и ее химического состава, что требует знаний соответствующих предметов. В то же время магистрантами становятся наиболее способные и хорошо подготовленные специалисты. Поэтому изучение настоящей дисциплины при определенной усердии для них вполне приемлемо.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение комплексной продуктивности леса.
2. Что относится к лесным ресурсам?
3. Дайте определение полезностей (функций) леса.
4. Как соотносятся ресурсы и полезности леса?
5. Какой лесной ресурс является основным?
6. Какая экологическая функция леса основная в настоящее время?

## ГЛАВА 2

# ДИНАМИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКЦИИ ЛЕСА В ИСТОРИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ

### 2.1 Продукция леса от древности до наших дней

#### 2.1.1 Лес как источник жизненных благ древних славян

В лесной зоне с незапамятных времен использовали весь комплекс ресурсов и полезностей леса. На территории Беларуси первые поселения людей отмечены на Юровичских стоянках: 1–26 тыс. лет до н. э. (верхний палеолит); 2,5–8 тыс. лет до н. э. (мезолит). На стоянках отмечены следы костров, а на некоторых из них (Юровичи) – остатки жилищ. Последний факт свидетельствует о наличии лесов и их использовании. Это практически совпадает с началом появления здесь лесов.

Примерно 15–18 тыс. лет назад на территории нашего государства произошло отступление последнего ледника, который дошел до линии, проходящей по уровню городов Гродно, Вилейка, Орша. После отступления ледника примерно 3 тыс. лет назад на месте нынешней Беларуси простиралась степная тундра. Такого сочетания растительности, когда на нашей земле рядом произрастали степные и тундровые растения, никогда больше не повторялось.

Многообразная лесная растительность на границах современной Беларуси возникла в мезолите (4–10 тыс. лет до н. э.), когда климат сильно изменился в сторону его смягчения. Люди, как отмечено выше, уже жили на этой территории, хотя их было очень мало. В 6 тыс. до н. э. климат стал теплее нынешнего. Вся местность покрылась обширными и разнообразными лесами. Появилось много зверей, птиц и рыбы. По оценкам лесистость нынешней Беларуси в этот период составляла 85–90 %. Остальные земли занимали открытые болота и воды.

В мезолите основным источником пищи для людей являлась охота и собирательство. Для построения жилища, производства орудий труда и оружия заготавливали древесину преимущественно хвойных пород из-за ее прочности и легкости обработки. Таким образом, мы видим, что уже на ранней стадии своего развития человек использовал весь комплекс ресурсов и полезностей леса, хотя значение последних, скорее всего, не осознавал.

Постепенно лучшим помощником древнего человека в борьбе за существование стал огонь: с его помощью исчезали леса, на их месте

появлялись пашни. В позднем мезолите с развитием скотоводства и земледелия значение охоты и собирательства снижается, но не исчезает. В то же время увеличивается потребление древесины, которая нужна на более обширные и удобные жилища и на разные поделки: соха, лопата, лестница, бочки и ящики и т. д. Несколько позже создаются деревянные укрепления – городища, на строительство которых уже требуются сотни, а иногда и тысячи деревьев.

Древние славяне не только знали земледелие и жили дарами леса, но и пользовались плодами своих трудов как земледельцы и скотоводы. Это существенно отличало их менталитет от степняков, т. е. жителей бескрайних и хорошо просматриваемых просторов, от горцев и поморов. Хотя наши предки жили в лесу и возле леса, но он не был для них единственным источником существования. Поэтому менталитет белоруса существенно отличается от менталитета якута или удегейца. Вспомним известного Дерсу Узала, для которого лес и его обитатели были абсолютно всем, равно как и его соплеменники – всех их он называет «люди». Белорус же четко отличал лес как природную среду от своего селения, жилища, своей семьи. В сознании белорусов формировалось уважительное отношение к лесу, но не более.

Лес восточными славянами рассматривался как неисчерпаемая кладовая различных материальных благ. С древних времен у них формировалось сознание, что лес, древесина – это что-то вроде воды и воздуха, неисчерпаемый ресурс и бездонная бочка.

Такой образ жизни требовал наличия больших территорий для существования одного племени. Считается, что в этот период для жизни одного человека требовалось около 5 тыс. гектар угодий: лесов и болот. Таким образом, в древности в равной мере требовались и использовались все ресурсы леса. Его экологические полезности в расчет не принимались.

### **2.1.2 Продукция леса и значение лесных угодий для жизни в средние века**

С течением времени отношение к лесу и его ресурсам постепенно изменялось. Уже к 8–9 векам обитатели леса – звери, пчелы – принадлежали конкретным хозяевам.

Карамзин М. Н. в своей «Истории государства Российского», описывая период княжения Ярослава Мудрого (1019–1054), пишет, что князь в своей «Русской правде» отмечает необходимость оплаты за те или иные нарушения, которые совершены в лесу. При этом наибольшую ценность представляли звери и бортные деревья, а сама

древесина практической цены не имела. Так, за бобра, украденного из норы, полагалось 12 гривен пени. Это была очень высокая стоимость. В гривне было 20 нагат или 50 резаней. А две резани составляли одну куну. Для сравнения за украденного княжеского коня полагалось три гривны пени, а за простого – две. Высокие штрафы вносились и за повреждения бортовых знаков или уничтожение бортовых деревьев. Здесь мы видим, что экономические отношения «лес–человек» распространялись только на продукцию охоты и пчеловодства. Сама древесина серьезного экономического значения не имела, хотя изделия из нее уже продавались. Все это формировало у населения (древлян, радимичей, дреговичей) отношение к лесу как к бесплатной кладовой древесины, но удерживало их от неразрешенной охоты.

Письменные источники того времени, относящиеся к периоду Киевской Руси, говорят об использовании ресурсов леса. В летописях отмечается, что уже в XII веке регулируются занятия борничеством, охотой, где особо выделяются бобровые гоны. Мы видим, что в потреблении лесных ресурсов преобладали продукты животного мира и побочного лесопользования. Вскоре появляются сведения о регулировании пользования древесиной. Впервые это можно было прочесть в 1209 году в известной «Русской правде». Там наряду с крупными штрафами за нарушение прав охоты и борничества полагались штрафные санкции за незаконную порубку деревьев. Но штраф за дерево был в 4 раза ниже, чем за несанкционированный отлов бобра или уничтожение борти. Это говорит о том, что древесина в силу наличия большого количества леса и редкого населения не была дефицитным продуктом, а борти и некоторые звери уже представляли значительную ценность. Хотя полезностями леса люди тоже пользовались, но об их возможном недостатке даже не подозревали. На том этапе лес был природным, а не хозяйственным и соответствовал своим функциям как большая и сложная биологическая система.

Высокая лесистость, наличие болот в значительной степени способствовали сохранению тех народов, которые жили на нашей территории. Из истории известно, что в результате войн и нашествий захватчиков на территории Беларуси в XVI веке была уничтожена половина населения, а в XVII – одна треть. Из исторических хроник узнаем, что во время русско-польских войн, восстаний казаков борьба велась с большим ожесточением. Польские войска зачастую уничтожали всех православных и евреев. Русские войска и казаки часто поголовно вырезали католиков и евреев. Люди спасались в лесах и болотах. Когда войска уходили, население возвращалось, и снова мирно жили рядом пра-

вославные, католики, евреи – всем хватало места, никто никому не мешал, т. е. проявлялась наша толерантность.

Все сказанное формировало в менталитете населения Беларуси уважительное и бережное отношение к лесу как защитнику и кормильцу. При этом отношение людей к лесу все же оставалось сложным и неоднозначным.

Лес имеет не только положительное качество. В лесу таились многие опасности: волки и медведи, живущие в лесу, похищали скот, а иногда и убивали людей, правда, последнее случалось чаще в средние века. Вспомним, как во Франции в XIV веке стая в несколько сотен волков зимней ночью напала на небольшой обоз французской принцессы и съела людей и принцессу вместе с лошадьми. Известен случай, описанный В. Короткевичем, когда в середине XIX века возле Бобруйска волки напали на ехавшего в санях пристава и съели его, оставив на месте происшествия только окровавленную саблю. В лесу водились змеи, которые нередко кусали сборщиков ягод и грибов. Да и лихие люди тоже обитали в лесной чаще.

То, что люди опасались леса, хорошо показал Якуб Колас в поэме «Новая зямля». Так, «дарэктар» Яська, который жил в деревне Николаевщина, не очень далеко от леса, попал в дом лесника, стоящий среди леса, сильно пугается:

Бо тут так ціха, глухавата;  
Лясы, кусты і адна хата;  
Тут жыць сапраўдна страшнавата:  
Лагчыны, яміны, раўкі –  
Тут, пэўна шворацца ваўкі  
І злыдні ходзяць, ваўкалакi...  
...Прападзе ён тут як мыш!

Состояние Яськи, описанное Якубом Коласом, является характерным для людей, которые ежедневно не сталкивались с лесом. Именно они породили суеверия и страх, что нашло отражение и в менталитете народа.

К этому добавлялись различные суеверия про леших и другую нечисть, которая может запутать и погубить человека. Огромные лесные массивы, где не было людей, в народном сознании именовались «пустынь». Вспомним, что многие знаменитые монастыри появились именно в «пустыни». В отличие от пустынь Аравии и Израиля у нас это слово обозначало безлюдные лесные места.

Наряду с положительными характеристиками леса существовали и отрицательные его определения: лес-бес и другие. В лесу до сих

пор встречаются народные названия с негативным оттенком: ведьмино урочище, ельник лешего, волчий лес, гадючья поляна и другие.

Таким образом, у белорусов под влиянием верований образ леса формировался в двух направлениях: позитивном (лес как благодетель, источник древесины и других жизненных благ, защитник и т. д.) и негативном (лес как реальная опасность). Не исключено, что такие черты белорусского менталитета, как доброжелательность, толерантность, но и определенная недоверчивость, осторожность формировались на протяжении веков и под влиянием леса как одного из факторов окружающей среды.

С течением времени многие опасности (волки, медведи, змеи), если и не исчезали совсем, то становились менее значимыми. Между тем значение древесины как основного ресурса постепенно возрастало с ростом народонаселения, уменьшением площадей лесов и все повышающимися потребностями людей.

Обобщая изложенное, приходим к выводу, что с течением времени происходил постепенный переход от нерегулируемого хозяйствования в лесу к его охране и введению нормированного потребления лесных ресурсов.

### **2.1.3 Формирование организованного лесного хозяйства на территории Беларуси**

Первые опыты научной организации лесопользования, т. е. формирование хозяйственного леса, относятся к началу XVIII века. Однако настоящее лесоводство и лесоустройство появилось на 100 лет позже – в XIX веке, когда увеличился спрос на древесину и другие ресурсы леса. Появилась необходимость восстановления и ухода за лесными насаждениями и рационального использования. Не зря Г. Ф. Морозов писал, что лесоводство – дитя нужды.

Одновременно уменьшалась лесистость страны. Правда, снижение лесистости происходило не от увеличения объёмов лесопользования, а от замены лесов на пашни и другие сельхозугодия.

Первые опыты по лесовосстановлению относятся уже к периоду правления Петра I. На территории Беларуси также появились первые посадки, которые носили в основном декоративный характер.

Постепенно совершенствовалась нормативная база лесного хозяйства, изменялась структура управления, развивалась лесоводственная наука.

## Контрольные вопросы

1. Какие ресурсы леса использовали первые люди, населявшие территорию Беларуси?
2. Какая площадь угодий была необходима для существования одного человека?
3. Какие продукты леса имели наибольшее значение в период Киевской Руси?
4. В чем выражалось двойственное отношение к лесным угодьям в средние века?
5. Когда начало появляться организованное лесное хозяйство?

## 2.2 Динамика потребления древесины на территории Беларуси

### 2.2.1 Древесина как основной ресурс леса

Ранее отмечено, что в древние времена основным ресурсом леса была продукция охоты и бортничества. Древесина тоже широко использовалась. Из нее строили жилища, укрепления, она служила источником топлива в нашем относительно суровом климате.

Поселения славян на территории Беларуси окружал лес. Люди вынуждены были жить в гармонии с природой. Уважительное отношение к лесу не могло быть случайным. Оно проявилось от того, что лес и его ресурсы были источником жизни. Хотя леса вокруг было в изобилии, но вблизи поселений его становилось меньше. Постепенно возрастало значение земледелия и скотоводства. В то же время древесные ресурсы становились все ценнее. Высоко было и значение леса как угодья – места, где жители могли укрыться от войн и нашествий врагов. Это тоже увеличивало значение лесных насаждений.

С течением времени значение грибов и ягод как традиционного продукта питания уменьшалось. Их значение усиливалось в те годы, когда в стране ощущался недостаток продовольствия, особенно при разорении сел и пашен во время войны. Охота уже со средних веков стала в основном привилегией господствующих классов. В белорусской деревне охотой занималось не более 2–3 % населения. К XIX–XX веку это стало считаться просто барской забавой, а крестьяне, занимавшиеся охотой, имели низкий социальный статус. Не зря в те годы бытовала поговорка: «Рыба да зайцы завядуць у старцы». Из этого можно заключить, что значительного экономического значения продукция охоты

у нас не имела, потеряв его где-то в XIV–XV веках. Основным занятием постепенно становилось земледелие и скотоводство. Для этого требовалось все больше древесины: расширялись деревни, увеличивалось строительство помещений для скота, многие сельскохозяйственные орудия тоже были деревянными. Лес же становился все дальше, а в ряде мест стал недоступен – появилась охрана. Подтверждением этому служат документы, уже начиная с XV и XVI веков. В их числе первым стоит Устав великого князя Великого Княжества Литовского (ВКЛ) Казимира Ягайловича (1492), а также «Устава на волоки» (1557) и «Устава и инструкция господарским лесничим» (1567) великого князя ВКЛ и короля польского Сигизмунда Августа II, которыми регулировалось лесопользование и предусматривались меры наказания за незаконную порубку.

К XVIII–XIX векам древесина заняла прочное лидирующее положение среди продуктов леса. Про экологические полезности иногда упоминали, но большого хозяйственного значения они еще не получили.

Положение с заготовкой древесины, наоборот, постепенно усложнялось. В отдельных местах ее уже не доставало. Правда, еще не пытались выращивать искусственно лес. Вплоть до XIX и середины XX века лесозаготовки и добыча других лесных ресурсов велись в естественном лесу.

### **2.2.2 Динамика потребления древесины и лесистость территории Беларуси**

Хотя объёмы вырубки древесины возрастали, но достоверных и полных сведений об объёмах заготавливаемой древесины и другой продукции леса до последних десятилетий XIX века не имеется.

Установление объёмов лесопользования до конца XIX века представляло собой сложную методическую задачу, т. к. статистических данных нет. Цифры, приведенные в таблице 2.1, до 1900 года получены косвенным путем с использованием исторических сведений о народонаселении, его распределении по территории и литературных данных о душевом потреблении древесины. Так, для отопления каждого дома по нормам начала XIX века использовалось не менее 18 м<sup>3</sup> дров в год. Известен также среднечеловеческий норматив потребления древесины того времени для строительства и ремонта жилых и хозяйственных построек. При этом принимали во внимание обновляемость построек с учетом их износа и пожаров. Эта величина

равна 2–3 м<sup>3</sup> в год. Сведения о лесистости и статистические данные взяты из литературных источников. Душевое потребление древесины оставалось стабильным длительный период. Поэтому цифры средне-душевого расхода древесины в XVIII веке правомерно использовать и для оценки объёмов лесопользования в более позднее время.

Для сокращения мы не будем подробно анализировать состояние лесного хозяйства в это время. Скажем только, что объёмы вырубки то увеличивались, то сокращались, лесистость уменьшалась или увеличивалась (таблица 2.1). Это вызывало беспокойство, и был принят ряд лесоохранительных законов, хотя их выполнение было неполным, что характерно для России. Истребление лесов усилилось после 1861 года, особенно в частных (помещичьих) лесах.

Таблица 2.1 – Лесистость и объёмы заготовки древесины на территории Беларуси

Годы	Лесистость (%)	Рассчитанный среднегодовой объём лесопользования (млн. м <sup>3</sup> )	Имеющиеся статистические данные об объёмах заготовки по всем видам пользования (млн. м <sup>3</sup> )
1000	65–75	0,3	–
1300	60–70	0,7	–
1400	60–65	1,0	–
1500	60–65	4,0	–
1600	60	4,0	–
1800	45–50	10	–
1860	44	12	–
1900	37	16	6,5
1913	33	20	7
1918	22	28	–
1936	27	33	18
1940	30	34	19
1944	18	36	10
1955	31	26	8
1975	34	13	10
1985	34	12	11
1991	34	10	10
2001	38	12	12
2010	38,5	14,5	14,5
2021	40	22	22

Из таблицы 2.1 следует, что до 70-х годов прошлого века у нас были большие объёмы несанкционированных рубок леса как в кол-

хозных, так и государственных лесах, что вызывалось необходимостью получить древесину для топлива и других нужд населения.

Здесь же видно, уже с XIX века древесина стала товаром и использовалась в полной мере. Её в больших количествах вывозили в степные районы Украины, в порты Черного и Балтийского морей. Наиболее сильно страдали леса во время войн, где особое место занимают Гражданская и Великая Отечественная войны, что и видно из таблицы 2.1. Расчётные величины запасов в периоды, относящиеся к войнам, возможно, следует скорректировать в меньшую сторону, так как значительная часть лесов уничтожалась пожарами, особенно верховыми. Последние повреждали не только и даже не столько древостой старшего возраста, но и молодняки. Поэтому величины потерь древесины за периоды 1913–1922 и 1940–1944 годов следует уменьшить примерно в 2–3 раза.

### **2.2.3 Несанкционированные рубки на территории Беларуси**

Проблема несанкционированных рубок леса и торговли контрафактной древесиной существует во многих странах. Этим вопросам особое внимание уделяет известная международная организация FLEG (Forest law enforcement and governance). В наибольшей степени торговля древесиной, вырубленной незаконным путем, распространена в странах Юго-Восточной Азии, Южной Америки, в тропических лесах Африки. Помимо экономических потерь, которые несут пострадавшие страны, несанкционированные рубки являются серьёзной экологической угрозой всему человечеству, существенно уменьшая лесной покров планеты.

После распада СССР большие проблемы с несанкционированными рубками леса возникли в ряде государств СНГ, особенно в России и странах Средней Азии. Остро стоит она и в Украине. В настоящее время в Беларуси объём несанкционированных рубок леса незначителен. Практически нет у нас сегодня и торговли контрафактной древесиной.

В прошлом объёмы несанкционированных рубок (у нас их называют самовольной порубкой) в разные периоды истории Беларуси были весьма значительными. Поэтому представляет интерес рассмотреть проблему самовольных порубок в историческом разрезе, оценить экономические и экологические потери от несанкционированных рубок в разные периоды нашей истории, выявить причины таких рубок и уточнить необходимые меры, которые надо принять, чтобы предотвратить самовольные порубки в будущем.

Проблема несанкционированных рубок леса возникла в тот период истории, когда древесина стала товаром, и появился ее определенный дефицит. Выше показано, что в древности и в средние века древесина серьезного экономического значения не имела, хотя изделия из нее продавались. Все это формировало у славянского населения отношение к лесу как к бесплатной кладовой древесины, но удерживало их от неразрешенной охоты. Наказания в отношении древесины (и то незначительные) предусматривались лишь за хищение готовых дров со двора.

Такое отношение к лесу, включавшее возможность свободной и неограниченной вырубki древесины, не могло быть случайным. Оно являлось следствием того, что леса было в изобилии. Это мы видим в таблице 2.1, показывающей динамику лесистости на нашей территории. Поэтому в древности и средние века понятия несанкционированных рубок не существовало.

Рассчитанный нами объём лесопользования до 1992 года не совпадает с официальной статистикой из-за того, что в статистические материалы не включены рубки, проводимые населением для отопления и других потребностей. Если руководствоваться только статистическими сведениями, то выходит, что дома в сельской местности не отапливались, а подворья не ремонтировались. Население в сельской местности (частично и городское) древесину, не учитываемую статистикой, заготавливало в сельских (колхозных) лесах путем самовольных порубок.

Если учесть, что средний прирост лесов Беларуси в конце XIX – начале XX века составлял 15–20 млн. м<sup>3</sup>, т. к. был избыток спелых древостоев, а с конца 20-х годов и до 2000 года из-за рубки спелых насаждений стал близок к 24–25 млн. м<sup>3</sup> в год, то видно, что до XX века шло накопление биомассы в лесах, а с началом XX века и до 70-х годов проводилось истощительное лесопользование. Сегодня в силу преобладания средневозрастных древостоев средний прирост достиг величины 28–30 млн. м<sup>3</sup>.

Продолжая рассматривать проблему самовольных порубок в историческом аспекте, необходимо отметить перелом, который произошёл в XV–XVI веках. С течением времени росла численность населения, увеличивались города и сёла. Все больше древесины требовалось для построек и отопления. Вблизи городов леса стало не хватать. Появляются лесоохранительные законы. В результате владельцы лесов вынуждены были нанимать стражников, чтобы охранять лесные массивы, находящиеся вблизи селений. Уже в конце

XV века Великий князь Казимир Ягайлович в своем Уставе, или Судебнике (1492) отмечает, какие наказания вводятся за порубки леса, следовательно лесопользование становится регулируемым.

Соответственно этому формировался и менталитет народа, его отношение к лесу как к источнику материальных благ, которые имеют свою стоимость.

К концу XVIII века и позже белорусы постепенно отдаляются от леса. В некоторых районах он уже далеко от дома. Белорусы уже не целиком лесные люди, а воспринимают лес как среду, в которую они периодически заходят. Но при этом лес в сознании народа остается кормильцем, защитником, охранителем. Однако появляются и новые черты в отношении «лес–человек». Просто так взять древесину, другие полезности леса уже не получается. За это надо платить, а у крестьян денег практически нет. Чтобы выжить, белорусский крестьянин вынужден становиться в лесу вором. Именно с этих времен, а особенно, с XVIII–XIX веков появляется пословица «Кто в лесу не вор, тот дома не хозяин». Этому тезису мы видим множество примеров в художественной литературе, особенно у И. С. Тургенева, Л. Н. Толстого, да и у белорусских классиков: Якуба Коласа, Ивана Мележа и других.

Объёмы лесозаготовок на территории Беларуси постоянно возрастали. Их резкий скачок мы наблюдаем после присоединения Беларуси к России. Потребности большой империи в древесине для строительства городов, крепостей, кораблей приводили к массовым вырубкам. Владельцы лесов часто старались поправить свое материальное положение за счет продажи древесины, в том числе за рубеж. Так, в первые годы после присоединения Полесских губерний к России начались массовые вырубки лесов вдоль Припяти и отправка древесины в Англию. Эти вырубки нельзя назвать несанкционированными, но и полностью законными их признать невозможно, т. к. лес сводился без всяких ограничений. Ментальность белорусов по отношению к лесу здесь проявилась в полной мере – начались народные волнения, причем не только крестьянские, но и мелкой и средней шляхты. Новый император Павел I в 1797 году прекратил разграбление белорусских лесов англичанами. Конечно, здесь сказалось не только отношение белорусов к массовым вырубкам леса, но и неприязненные отношения Павла I с Англией. Но все же этот факт свидетельствует, что были приняты действенные меры против чрезмерных (незаконных) вырубок.

Существенные ограничения местного населения в лесопользовании, вызванные недоступностью древесины в силу ее высокой цены

и бедности простого народа, привели к тому, что в 1918–1921 годах, когда охрана леса практически отсутствовала, самовольные порубки достигли огромных размеров. Результатом стало резкое уменьшение лесистости, прошедшее в этот период (таблица 2.1). За короткий период вырублено или уничтожено 2 млн. га леса с запасом около 400 млн. м<sup>3</sup>. При этом в 1918–1920 годах интенсивность годовой вырубки доходила до 40–50 млн. м<sup>3</sup>. Столь угрожающее положение с вырубкой лесов вынудило новые власти принять эффективные меры по восстановлению лесной охраны и предотвращению самовольных порубок. Здесь уместно вспомнить постоянно цитируемое в советское время высказывание В. И. Ленина о бережном отношении к лесным специалистам и сбережению лесов, хотя на практике это реализовывалось далеко не всегда.

К 1923 году произошло значительное улучшение охраны леса. Для местного населения отпуск леса снова стал сопряжён с большими трудностями. Для удовлетворения потребности в древесине для топлива и других нужд население (в БССР того времени преобладали сельские жители) вынуждено было прибегать к самовольным порубкам. Такое положение вызывало недовольство как органов власти, так и населения.

Для решения проблемы СНК СССР и соответствующие республиканские органы в 1923–1924 годах выделили леса местного значения. Эти леса находились под управлением местных органов власти и стали поставщиком древесины на местные нужды. Такое решение позволило удовлетворить спрос на древесину для населения и сельских организаций, однако произошёл рост объёма вырубki леса. Их нельзя отнести к несанкционированным, но научно обоснованные нормы лесопользования превышались значительно. В то же время система охраны в этих лесах была несовершенной, и самовольные порубки продолжались, хотя и не в столь угрожающих размерах, как в предыдущие годы. Считается, что выделение лесов местного значения было ошибочным и нанесло вред лесному фонду страны.

Со временем значительная часть лесов местного значения стала лесами колхозов (для упрощения будем так называть все сельские леса), и они продолжали деградировать. В то же время хочется предостеречь от односторонней отрицательной оценки колхозных лесов. Да, ведение хозяйства там было не идеальным. Но они сыграли свою роль в укреплении экономики колхозов, в снабжении населения дровами и деловой древесиной.

Вспомним, что с 1929 года все леса принадлежали Союзлеспрому ВСНХ и его органам на местах. С 1932 года для управления леса-

ми был создан Наркомат лесной промышленности. Его главной задачей стала поставка древесины стройкам народного хозяйства, деревообрабатывающим предприятиям, заводам и на экспорт. Интересы сельского населения, местных организаций и предприятий оказались вне внимания леспромхозов – основных лесозаготовителей. Их мощности, работавшие на пределе возможностей (зачастую с привлечением труда заключённых), не позволяли обеспечить древесиной местные потребности, в основном на селе. Поэтому выделение колхозных лесов стало спасением как для колхозов, так и для колхозников. Здесь можно было беспрепятственно заготавливать деловую древесину и, что особенно важно, дрова.

Леса на момент их передачи в ведение колхозов имели таксационные характеристики аналогичные государственным лесам. В некотором отношении они были даже лучше: располагались в пределах доступности гужевого транспорта, в состав этих лесов обычно не включали насаждения на верховых болотах и т. д. Поэтому наличие колхозных лесов оказало огромное положительное влияние на жизнь белорусской деревни довоенного и послевоенного времени. К 90-м годам прошлого века в Беларуси насчитывалось около одного миллиона гектар колхозных лесов. Находились они в плохом состоянии, что было вызвано их чрезмерно интенсивной эксплуатацией, превышающей все допустимые нормы.

По мере укрепления экономики села, улучшения общего уровня ведения лесного хозяйства, увеличения объёмов древесины, поставляемой для местного населения, значение колхозных лесов снижалось, а негативные факторы хозяйства в них проявлялись всё сильнее. Логическим завершением этого процесса стала передача колхозных лесов в Гослесфонд, что было закреплено в Лесном Кодексе в 2000 году. Так была решена проблема не совсем законных или чрезмерных рубок в колхозных лесах.

Но колхозные леса не могли удовлетворить всю потребность местного населения в древесине. Ее отпуск в 1950–1960 годы был недостаточным для удовлетворения огромной потребности перестраивающейся деревни. Обычно древесину застройщики получали в порядке самозаготовки по главному пользованию (проводился мелкий отпуск по ордерам), но основные объёмы главного пользования осваивали леспромхозы. Эта древесина поступала в союзно-республиканский фонд и уходила на заводы, стройки народного хозяйства и на экспорт. Для населения и местных организаций эта древесина практически была недоступна. На местные нужды почти полностью использовалась лесопродукция от рубок промежуточного

пользования. Но объёмы этих рубок до конца 1960-х годов были невелики – около 1,0–1,3 млн. м<sup>3</sup> в год при потребности в 3–4 раза большей. Недостача покрывалась за счёт колхозных лесов и самовольных порубок.

Авторам не удалось найти статистических данных о самовольных порубках в конце 50-х и в 60-е годы прошлого века, но известно, что величина самовольных порубок по лесничеству достигала сотен кубометров, а по лесхозу – нескольких тысяч кубометров в год. Эти цифры приводят к общему объёму несанкционированных рубок в республике до 1–2 млн. м<sup>3</sup> в год. Автор, работавший в те годы лесничим и главным лесничим, свидетель того, что при плановых ревизиях обходов в одном обходе находили по 100 и более кубометров самовольной порубки, а в среднем ее было 20–30 м<sup>3</sup>. Следует учитывать, что обычно показывалась далеко не вся самовольная порубка, т. к. это был отчетный показатель, и его старались «улучшить», занижая негативные цифры в несколько раз.

Номинально за самовольную порубку полагались высокие для своего времени штрафы. Но наказывали не более 10–20 % нарушителей, которых выявляла лесная охрана. Процедура доказательства лесонарушения была усложнена до такой степени, что позволяла без труда уйти от наказания. Например, по дороге из леса в деревню работник лесной охраны встретил человека, везущего древесину без всяких документов. Это еще не было основанием для привлечения к ответственности. Необходимо было найти место порубки (что не самое трудное), сделать сличение нижнего среза бревен и пней в присутствии депутата местного совета (сельсовета, райсовета), что уже было трудновыполнимо. Если же нарушитель делал откомлевку, то вся система доказательств теряла смысл.

Изъять незаконно вырубленную древесину было почти невозможно, особенно если она была крупная и в большом количестве. Собственного транспорта в лесничестве не было (кроме гужевого), а колхозы и организации помогать в этом случае под разными благовидными предлогами часто отказывались. Нередко хозяином бревен, лежащих на деревенской улице, на которые не имелось документов, выставляли совершенно беспомощную старуху или инвалида (чаще всего ВОВ). Моральная и материальная поддержка населения в таких случаях была на стороне лесонарушителя, а без поддержки народа бороться с любым явлением бесполезно, и древесина оставалась у нарушителя.

Наказание за лесонарушение и довольно жесткое неотвратимо следовало только в случае признания нарушителем своей вины, т. е.

тезис известного сталинского прокурора Вышинского – «признание вины – царица доказательств» – продолжал действовать.

В лесхоз нередко поступали заявления такого типа: «Мой сосед ... построил дом, а лес не выписывал». Директор лесхоза поручал лесничему проверить заявление. Автору неоднократно приходилось делать эту работу. Первое время тщательно делал замеры, расчёты и т. д. Впоследствии мог и без обмера быстро и точно определить объём бревен, которые использованы для строительства. Обычно эти цифры колебались в пределах от 40 до 60–70 м<sup>3</sup>, документы предъявляли, чаще всего, на 5–15 м<sup>3</sup>. Обоснование на остальную древесину обычно сводилось к следующему: «Купил у проезжающих водителей или трактористов». Чаще упоминались трактористы, т. к. в те годы трактора не имели номеров, выдаваемых ГАИ. Для суда такое доказательство правоты ответчика было достаточным для оправдания. Некоторые наивные или слишком честные граждане, совершившие лесонарушение, признавались частично: «Пять (10, 12, ...) кубометров я украл». За те кубометры, которые обвиняемый признал вырубленными незаконно, ему присуждали огромный штраф.

Много раз обдумывая эту ситуацию, обсуждая ее с коллегами, до сих пор непонятно – то ли законодатель понимал, что установленный порядок отпуска древесины не позволяет удовлетворить спрос бурно перестраивающегося села и сознательно установил такие правила, которые позволяли безнаказанно проводить самовольные рубки леса, то ли эта ситуация возникла из-за некомпетентности чиновников. Думается, что верно первое предположение. Без него было бы невозможно перестроить деревню.

В 1970-е годы и позже, когда многократно возрос объём рубок промежуточного пользования, древесины стало достаточно, и она была доступна по цене, сразу повысилась ответственность за лесонарушения. Доказать факт незаконной порубки стало достаточно просто, у владельца древесины стали требовать разрешительные документы и т. д. Ещё один всплеск роста самовольных порубок произошел в 1980-е годы во время бурного дачного строительства. Но здесь масштабы были намного меньше объёмов самовольных порубок 1950–1960-х годов, да и спрос стал много строже.

Оценивая ситуацию с несанкционированными рубками 50–60-летней давности с позиций современности, считаем, что можно было организовать отпуск древесины более цивилизованно, но существовавшее тогда положение, позволявшее бедному колхознику (пусть больше неправдами, чем правдами) построить хороший дом, надо оценить положительно. Между прочим, для законной покупки

древесины в то время у колхозников не было достаточно денег. Либеральная политика тех лет при внешней её строгости позволила перестроить деревню и сделать ее пригодной для жизни.

В таблице 2.2 приведены расчётные объёмы вырубки, исходя из душевого потребления древесины. Подобный расчёт можно сделать и руководствуясь данными о лесистости территории Беларуси. Так, мы имеем сведения о лесистости страны в разные периоды нашей истории. Конечно, до середины XIX века и даже до 30-х годов XX века точность учёта не слишком высока, но ориентировочные цифры о наличии лесов и тенденции их изменения отмечены верно. Лесистость нашего государства в современных границах до второй половины 20-х годов прошлого века постоянно снижалась. Современная площадь Республики Беларусь составляет 207,6 км<sup>2</sup>, или 20 760 тыс. га. По данным таблицы 2.2 нетрудно рассчитать, какая площадь лесов исчезала ежегодно в разные периоды истории государства. Приняв средний запас на 1 га в 200 м<sup>3</sup> (эта величина достаточно условная, но до XIX века, скорее всего, верная за исключением периода войн), получим ежегодно вырубаемый запас (таблица 2.2). В таблице 2.2 сделан анализ до 1955 года, так как в дальнейшем площадь лесов не уменьшалась.

Таблица 2.2 – Ежегодная вырубка лесов при снижении лесистости

Годы	Лесистость (%)	Площадь лесов (тыс. га)	Уменьшение площади лесов за период (тыс. га)	Среднегодовое уменьшение площади лесов (тыс. га)	Вырубка древесины за период (млн. м <sup>3</sup> )	Среднегодовой запас вырубленной древесины (тыс. м <sup>3</sup> )
1000	70	14 532	–	–	–	–
1300	68	14 117	415	2,1	126	420
1400	66	13 702	415	2,1	42	420
1500	63	13 079	623	2,1	42	420
1600	60	12 456	623	2,1	42	420
1800	50	10 380	2 076	10,3	412	2 060
1860	44	9 134	1 246	20,8	290	4 160
1900	37	7 681	1 453	36,3	300	7 260
1913	33	6 851	830	63,8	170	12 760
1922	22	4 567	2 284	253,8	508	50 760
1940	30	6 228	–	–	–	–
1944	18	3 737	2 491	622,7	500	124 540
1955	31	5 436	–	–	–	–

Данные таблицы 2.2 дополняют сведения из таблицы 2.1. В таблице 2.2 приведены объёмы вырубок на тех площадях, которые перешли в другие виды нелесных угодий, чаще всего в пашни. Следует учитывать, что на территории Беларуси вплоть до XVIII–XIX века существовало подсечно-огневое земледелие, хотя и в меньших масштабах, чем в России. Древесина в этом случае использовалась лишь частично. Чаще всего ее сжигали для освобождения будущих полей. Был вполне возможен и переход в категорию сельхозугодий низинных болот и непокрытых лесом земель.

Таким образом, можно утверждать, что в истории нашей страны были периоды, когда несанкционированные рубки леса достигали огромных размеров. В относительно благополучные времена, как в царской России, так и в СССР принимались меры по охране лесов от самовольных порубок. Хотя для России характерно неполное исполнение законов, что происходило на практике и уменьшало их эффективность, но всё же лесоохранные законы послужили хорошую службу в деле сбережения российских лесов, когда наши народы жили в одном государстве.

В Беларуси заслон несанкционированным рубкам леса был поставлен в конце 90-х годов прошлого века благодаря принятию системы мер экономического, политического и организационного характера. В систему этих мер входило удовлетворение спроса на древесину, особенно на дрова по социально доступным ценам и наличие политической воли прекратить в лесу воровство разного уровня. Последнее выразилось в принятии соответствующих законов, подзаконных актов и строгом контроле за их исполнением. Положительную роль сыграло наличие достаточного и дееспособного штата лесной охраны.

У нас довольно значительный штат лесной охраны. Представляет интерес рассмотреть вопрос, насколько оправдано содержать такой штат, особенно лесников. В этой ситуации автору вспоминается случай, когда в начале 70-х годов прошлого века на одном из совещаний чиновник высокого ранга обосновал целесообразность сокращения сторожей сельских магазинов. Тогда практически в каждой, даже совсем маленькой деревне функционировал магазин, естественно, государственный. Таких магазинов насчитывалось 20–30 тыс. При каждом имелся сторож с зарплатой, соответствующей её минимальному уровню для того времени – 70 руб. в месяц. За год зарплата сторожей была равна 17–25 млн. руб. В небольших сельских магазинах товаров было немного – на 5–10 тыс. руб.

Рассуждения чиновника сводились к тому, что если при отсутствии сторожей обворуют за год 10–20 магазинов (при этом большая часть этих преступлений будет раскрыта), то всё равно госбюджет будет в выигрыше. Эта стратегия была реализована и доказала свою правоту.

Рассуждая по аналогии, можно подумать, не экономичнее ли будет сократить лесников, даже если самовольная порубка увеличится в 10–15 раз. Сделаем несложный расчёт. По официальным данным в нашей стране (в системе Минлесхоза) насчитывается 17 тыс. человек лесной охраны. Учитывая, что в Беларуси 100 лесхозов и около 950 лесничеств, то специалистов лесхозов, относящихся к лесной охране, а также лесничих, их помощников и мастеров леса будет около 17 тыс. человек. В этом случае количество лесников составит 12 тыс. человек. Конкретные цифры на некоторую дату могут на 5–10 % отличаться от принятых в расчёт, но это принципиально ничего не меняет, порядок расчётных величин сохраняется.

Современная оплата лесника достигла 800–900 руб. В этом случае месячный фонд зарплаты лесников будет, примерно, 11 млн. руб., а годовой – около 120 млн. руб. Среднюю отпускную цену древесины в Беларуси с учётом наличия хвойных и лиственных древесных пород, деловой и дров, которые продаются по социально низким ценам, можно принять в размере 30–50 руб. за кубометр. В этом случае годовой фонд зарплаты лесников эквивалентен потере 2,4 млн. м<sup>3</sup> древесины. Современный объём самовольных порубок составляет примерно 10–20 тыс. м<sup>3</sup>. Как показала практика, если нет надёжной лесной охраны, самовольные порубки могут составить 5 млн. м<sup>3</sup> в год. Здесь надо учесть также значение лесной охраны в борьбе с пожарами. Вспомним про пожары в лесах европейской части России, когда не стало низового звена лесной охраны. Пожары в неблагоприятные годы достигали огромных размеров. Сгорали даже деревни в лесной зоне. В Беларуси при тех же погодных условиях положение было намного лучше. Поэтому сокращение лесников представляется экономически не оправданным.

Исторический опыт нашей страны и современная практика соседних стран убедительно доказывают, что ликвидация лесной охраны приводит к потерям, многократно превышающим стоимость ее содержания. Вспомним, что в те времена, когда леса практически не охранялись, самовольные порубки достигали многих десятков миллионов кубометров, т. е. возрастали в несколько тысяч раз (таблица 2.2).

Наглядный пример негативных последствий от сокращения лесной охраны, особенно на низовом уровне, мы сегодня видим в Рос-

сии. Авторы не располагают данными о самовольных порубках в России за 2010–2020 годы, но в 2005–2009 годах такая информация регулярно публиковалась в независимой российской «Лесной газете». Объём несанкционированных рубок леса по европейской части РФ доходил до 30–40 % от общего размера разрешенного лесопользования, а по азиатской части страны, особенно по Забайкалью и Дальнему Востоку – до 60 % от разрешенного размера рубок леса. Приводились материалы таможни, особенно по Забайкалью, что размер экспорта древесины значительно превышал объём ее официальной заготовки.

Вспомним, что несколько лет назад ряд российских министров, в т. ч. МВД, совершили вертолетную поездку по Забайкалью. Телезрители могли видеть огромные массивы незаконно вырубленных лесов и подпольные лесозаводы с китайцами, работающими нелегально, и всё это было сделано с ведома местных чиновников.

Мы здесь не рассматривали лесные пожары, которые после реформы лесного хозяйства в России возросли многократно. Но и изложенная ситуация с несанкционированными рубками леса наглядно демонстрирует пагубность сокращения низового звена лесной охраны.

Поэтому следует признать, что современная белорусская модель лесного хозяйства, где сохранилась четкая система управления лесами и лесным хозяйством, наличие всех звеньев лесной охраны показала свою высокую эффективность и обеспечила надежное сохранение лесов Беларуси от пожаров и самовольных порубок.

Обобщая изложенное в настоящем разделе, приходим к следующим выводам.

– В настоящее время в Беларуси практически нет проблемы несанкционированных рубок леса. Объём самовольной порубки не превышает 0,1 % от размера лесозаготовок. При этом около 80 % лесонарушений своевременно выявляется.

– В истории лесопользования в Беларуси были времена, когда ежегодные незаконные рубки достигали десятков миллионов кубометров. Это происходило в периоды отсутствия или ослабления охраны леса и сокращения лесной охраны.

– Фактический объём лесопользования в Беларуси вплоть до последних десятилетий был выше официально заявленных размеров всех видов рубок за счёт несанкционированной вырубки колхозных лесов и самовольных порубок населением (в основном для отопления).

– Значительные затраты на содержание низовых звеньев лесной охраны экономически обоснованы.

– Белорусская модель управления лесами и лесным хозяйством, включающая систему лесной охраны, обеспечивает надежное сбережение лесных ресурсов страны.

#### **2.2.4 Современное значение древесины в народном хозяйстве и перспективы ее заготовки**

В настоящее время древесина является основным государственным ресурсом леса, который имеет огромное значение для народного хозяйства нашей страны. Лесистость страны в настоящее время составляет практически 40 %. Покрытые лесом земли занимают свыше 8 млн. га, общий запас древесины равен почти 2 млрд. м<sup>3</sup>, на одного жителя приходится почти 0,9 га леса с запасом 210 м<sup>3</sup>. Приведенные цифры свидетельствуют о том, что лес (древесина) и экологические полезности лесных насаждений должны составлять значительную долю в формировании валового внутреннего продукта. В то же время вклад лесного сектора в экономику Беларуси не превышает 5–6 %. Конечно, здесь сказывается наличие высокоразвитой промышленности (машиностроение, металлургия, химическая промышленность и т. д.) и агропромышленного комплекса, но все же удельный вес лесного сектора должен быть более весомым.

В настоящее время лесопромышленному комплексу в нашей стране уделяется повышенное внимание со стороны Президента, Правительства и общественности. Завершается коренная реконструкция предприятий деревопереработки. В результате потребуется увеличить переработку древесины, включая низкокачественное и мягколиственное древесное сырье. Концерну «Беллесбумпром» в ближайшие годы потребуется поставить 8 млн. м<sup>3</sup> деловой древесины, что соответствует корневому запасу в 11–12 млн. м<sup>3</sup>.

Лесное хозяйство в Республике Беларусь должно полностью удовлетворять потребности народного хозяйства и населения в древесине, других продуктах леса и обеспечивать экологическую стабильность в нашей стране. Для этого есть все предпосылки: лесное хозяйство в настоящее время является хорошо технически оснащенной отраслью, имеет достаточно квалифицированных кадров, обширный лесной фонд. В то же время в лесном хозяйстве имеется ряд проблем, который сдерживает темпы его развития.

В силу сказанного требуется сделать анализ развития лесного хозяйства, выявить его сильные и слабые стороны, определить перспективы развития на ближайшие пятилетки и обеспечения устойчи-

вого развития отрасли. При анализе требуется придерживаться диалектического метода, т. е. рассматривать все процессы в единстве, анализировать историческое развитие отрасли и увязывать это развитие с общей исторической обстановкой и перспективами роста производства в стране и мире. Отсюда следует, что необходимо оценить его современное состояние и сделать прогноз развития.

Выше показано, что в Беларуси в довоенное и послевоенное время велось истощительное пользование лесом. Это привело к снижению в начале 60-х годов прошлого века возраста рубки на 1 класс. Эта мера помогла сохранить объёмы лесопользования в 1960–1980-х годах, но уже к 1991 году в Беларуси оставалось 2,4 % спелых древостоев, в т. ч. по хвойным – 2,2 %. Если же из этого учета исключить сосну по болоту V класс бонитета и ниже, то спелых хвойных древостоев оставалось 1,8 %.

Но, как говорится, «не было бы счастья, да несчастье помогло». Наступивший экономический кризис с конца 1980-х и до второй половины 1990-х годов резко снизил потребление древесины. Если до 1989 года в дополнение к 10–11 млн. м<sup>3</sup> древесины, которые заготавливали в республике, ввозили от 2 до 3 млн. м<sup>3</sup> пиловочника и фанерного кряжа, то в 1992–1998 годах заготовки снизились до 7–8 млн. м<sup>3</sup>. Но и эту древесину было трудно реализовать, хотя экспорт круглого леса возрос в несколько раз, достигая 2–2,5 млн. м<sup>3</sup>. До 1990-х годов экспорт древесины в переводе на круглый лес (в основном вывозилась мебель и фанера) не превышал 1 млн. м<sup>3</sup>. Добавим сюда леса, исключённые из лесопользования из-за радиоактивного загрязнения после аварии на Чернобыльской АЭС. Все это способствовало накоплению спелых древостоев.

С конца 1990-х годов в Беларуси произошло восстановление и расширение объёмов строительства, деревопереработки, что привело к росту потребности в древесине. При этом объём экспорта не уменьшился. Правда, значительно изменилась структура последнего. С 2008 года запрещен экспорт необработанной древесины – «кругляка». Исключение на короткий срок было сделано для балансов, которые тогда не имели сбыта внутри страны. С 2018 года вывоз необработанной древесины запрещен.

В Беларуси издавна было сильно развито лесопиление, производство фанеры и мебели, а выпуск целлюлозы, бумаги был весьма ограничен. Это приводило к повышенному спросу на пиловочник и фанерный кряж (особенно высших сортов) и низкий уровень потребления низкокачественной древесины хвойных и мягколиственных пород.

В результате с конца 1980-х годов и до 2010 года расчетная лесосека не осваивалась на 25–30 %. При этом по хвойному хозяйству на суходолах она вырубалась на 95–98 %, а по мягколиственному хозяйству освоение составляло 55–60 %. Это было следствием отсутствия платежеспособного спроса на низкокачественную и мягколиственную древесину. Недорубы по твердолиственному хозяйству были вызваны излишней регламентацией и необоснованными ограничениями на вырубку этих насаждений. Лишь на 5–10 % недоосвоение расчетной лесосеки связано с недостаточным уровнем распорядительности со стороны работников лесхозов.

Следует отметить, что с конца 1980-х и почти все 1990-е годы уменьшились площади лесных культур. Это привело к ухудшению состава лесного фонда и стало проблемой для сегодняшнего дня.

Анализируя историю лесного хозяйства, видим, что многие современные его проблемы корнями уходят в прошлое и являются следствием ошибок, допущенных за последние 100 лет, особенно в 80–90-е годы прошлого века. В настоящее время (2020) объемы лесозаготовок достигли 22 млн. м<sup>3</sup>. При этом главное пользование составляет около 11 млн. м<sup>3</sup>, промежуточное – около 5 млн. м<sup>3</sup>. Очень велика за последние годы доля прочих рубок, в основном из-за рубки в 1996–2020 годах усыхающих ельников, а в 2016–2020 годах сосняков. Эта величина достигает 6–7 млн. м<sup>3</sup>. При разработке Стратегического плана развития лесного хозяйства на 2016–2030-е годы нами проведены расчеты перспективного лесопользования. Мы исходим из анализа лесозаготовок прошлых лет и возможного улучшения возрастной структуры лесов.

Положительные изменения в лесном фонде произошли только к середине 1970-х годов, т. к. был исключен переруб расчетной лесосеки. Негативные последствия антинаучной лесной политики 1920–1960-х годов мы ощущаем до сих пор – площади и запасы спелого леса и как следствие этого объемы лесопользования в Беларуси ниже потенциальной возможности наших лесов. Сегодня мы выбираем около половины среднего прироста, но больше взять не можем из-за упомянутых нарушений возрастной структуры лесов. Образно говоря, мы сегодня отдаем тот кредит, который предыдущие поколения взяли у леса в 1930–1970-е годы. К 2030 году возрастная структура лесов улучшится, и использование лесных ресурсов существенно возрастет (до 20–22 млн. м<sup>3</sup>/год) без ущерба для будущих запасов древесины.

После распада СССР и возникшего экономического кризиса положение изменилось коренным образом. Предприятия Минлеспрома

были приватизированы. Они перестали вкладывать средства в развитие производства, ошибочно полагая, что, как и прежде, их техническое оснащение будет пополняться за счет бюджета. Но в новых условиях государство не стало дотировать частные предприятия лесной промышленности. Очень скоро основные средства леспромхозов были «проедены». Лесная промышленность в Беларуси (она представлена предприятиями, входящими в концерн «Беллесбумпром») пришла в упадок. В 1990-е годы леспромхозы не могли освоить заготовку и 2 млн. м<sup>3</sup> в год. В настоящее время при поддержке государства этот концерн с 2000-х годов, начал укреплять свою производственную базу. Это произошло при помощи государства, которое в настоящее время имеет часть акций концерна «Беллесбумпром». Поскольку деревообрабатывающие предприятия концерна обеспечивают большую валютную выручку, продавая на мировом рынке мебель, фанеру и другую продукцию, а также удовлетворяют потребности внутреннего рынка мебелью и другими изделиями из древесины, государство поддержало предприятия концерна. До прежнего уровня заготовленной древесины в общем балансе древесного сырья эта отрасль отстает от Минлесхоза. Обеспечение древесиной народного хозяйства страны в основном взяло на себя Министерство лесного хозяйства и продолжает выполнять эту функцию.

Расчетная лесосека по главному пользованию в Беларуси за последние два десятилетия постоянно растет. С 1989 по 2014 год она увеличилась с 5 млн. м<sup>3</sup> до 11 млн. м<sup>3</sup>. В настоящее время она достигает 16 млн. м<sup>3</sup>. В то же время продолжают проводиться отдельные рубки, которые относятся к промежуточному пользованию, но, по сути – это скрытое главное пользование. В определенной мере это относится к перерубам по санитарным рубкам, рубкам обновления и др. В то же время есть много участков леса, где главное пользование в спелых лесах по разным причинам не проводится. В Беларуси насаждений, исключенных из расчета главного пользования, около 20 %, то есть почти каждый пятый гектар.

Мы считаем, что все древостои (исключением должна быть только зона полной заповедности в заповедниках и национальных парках) при исчерпании их сырьевого и экологического потенциала должны в конечном итоге подвергаться рубкам главного пользования. Такой подход может показаться противоречащим принципам экологизации ведения хозяйства и лесопользования. Но наше предложение не требует рубить все древостои при одинаковом возрасте рубки и использовать единые способы рубок. Наоборот, леса зеленых зон, другие участки, имеющие экологическое или культурное значение, должны поступать в рубку в весьма высоком возрасте,

вплоть до естественной спелости. Здесь уместны разные виды постепенных рубок и т. д. Но по своей юридической сути окончательное снятие лесного урожая древесины должно осуществляться через рубки главного пользования. При этом вносится попенная плата или иные платежи в бюджет. Вырубка спелых насаждений не должна быть некоторой имитацией промежуточного пользования, как это происходит сегодня в отношении рубок обновления и переформирования, которые отнесены к промежуточному пользованию из ведомственных соображений, чтобы уйти от платежей в бюджет.

Прогноз величины расчётной лесосеки по главному пользованию должен выполняться с учётом ожидаемой динамики лесного фонда, оптимизации возрастов и оборотов рубки, увеличения среднего запаса на 1 га, совершенствования нормативной базы и методов таксации лесосек, полного использования лесосечного фонда и т. д. Прогнозная величина размера главного пользования в 2030 году, которая рассчитана нами, показана в таблице 2.3. При этом несплошные рубки главного пользования составят 33 % об общей площади рубок главного пользования.

Таблица 2.3 – Величина расчетной лесосеки в лесах Республики Беларусь в 2030 году

Объём ликвидной древесины, тыс. м <sup>3</sup>								
всего	в том числе по породам и группам пород							
	хвойные	в т. ч. сосна	твердо-лиственные	в т. ч. дуб	мягко-лиственные	в т. ч. береза	в т. ч. ольха черная	в т. ч. осина
4 519	1 814	1 488	76	72	2 630	1 547	724	214
9 397	4 521	3 343	196	171	4 680	2 903	1 102	368
13 916	6 335	4 831	272	243	7 310	4 450	1 826	582

Сделанный нами прогноз расчетной лесосеки по главному пользованию на 2030 год показывает, что его размер увеличится до 14 млн. м<sup>3</sup>. Добавив сюда объёмы вырубки в тех лесах, где сегодня главное пользование не проводится, эта величина вырастет на 3–5 %. В итоге объём вырубки достигнет более 15 млн. м<sup>3</sup>. Относительно небольшой рост объясняется тем, что леса, которые в настоящее время исключаются из расчёта главного пользования, будут иметь высокие возрасты рубки и не станут к этому времени спелыми.

Объёмы рубок промежуточного пользования зависят от состояния лесного фонда: породной и возрастной структуры лесов, их полноты и потребностей народного хозяйства. В настоящее время промежуточное пользование приближается к 6 млн. м<sup>3</sup>. В перспективе

(до 2030 года) эта величина сохранится. При этом уменьшится размер прореживаний, но возрастут площади прочисток и осветлений, а также проходных рубок. Интенсивность рубок ухода также увеличится. Объёмы санитарных рубок зависят от состояния насаждений. Это определяет относительное постоянство размеров санитарных рубок. Таким образом, к 2030 году общие заготовки древесины по промежуточному пользованию составят примерно 6 млн. м<sup>3</sup>.

Неопределенное положение существует в отношении прочих рубок. Они проводятся для вырубki насаждений на участках, которые передаются в категорию нелесных земель (под строительство предприятий, дорог, каналов, для сельского хозяйства и т. д.). Наибольшие площади прочих рубок охватывают насаждения, которые пострадали от стихийных бедствий: усыхания, ураганов, подтопления и др. За последние десятилетия в связи с изменениями климата значительно увеличилось усыхание древостоев, особенно ельников, которые из-за этого вырублены на площади свыше 120 тыс. га. Усилилось влияние ураганов, что привело к большим площадям буреломов. В последние годы большие вырубki (свыше 6 млн. м<sup>3</sup>) были вызваны усыханием сосновых древостоев от поражения вершинным короедом. Ранее без катастрофических повреждений лесов объёмы прочих рубок не превышали 1–2 млн. м<sup>3</sup> в год. В перспективе, если будет стабилизирована санитарная ситуация в наших лесах, величины прочих рубок не превысят 2 млн. м<sup>3</sup>.

Таким образом, общий размер лесопользования к 2030 году составит порядка 21–22 млн. м<sup>3</sup> в год: главное пользование – 14 млн. м<sup>3</sup>, промежуточное – 6 млн. м<sup>3</sup>, прочие рубки – около 2 млн. м<sup>3</sup>, что достаточно для удовлетворения потребностей народного хозяйства Беларуси.

Значительные объёмы лесопользования требуют совершенствования его организации и проведения. Вырубку расчётной лесосеки по всем видам пользования лесхозы сегодня осуществляют различными способами.

Основной объём заготовки древесины по всем видам пользования в Беларуси осуществляют лесхозы своими силами. До недавнего времени этой работой были заняты лесничества. В последние годы в лесном хозяйстве созданы лесопункты, подчиненные главному инженеру лесхоза, которые проводят основные лесозаготовки. В 2020 году около 50 % древесины заготовлено на услугах. Это облегчает работу лесхозов и обеспечивает занятость сельского населения.

Лесхозы взяли курс на механизированную заготовку древесины. В настоящее время машинная заготовка достигла более половины всей вырубаемой древесины. Особенно важно внедрение нового поколения харвестеров на рубках ухода. Трелевка древесины к лесовозным доро-

гам или верхним складам осуществляется форвардерами. Применяются как импортные машины, так и отечественные. Они преобладают в общем машинном парке трелевочной техники. Количество форвардеров в лесхозах Беларуси достаточное для обеспечения трелевки, поставляются они и на экспорт, в основном в Россию. Вывозка осуществляется автолесовозами на базе автомобилей МАЗ, которые в достаточном количестве выпускаются нашей промышленностью.

В XIX–XX веках принципы лесопользования претерпели существенные изменения как в теоретическом, так и в практическом плане. В настоящее время научной основой определения цены леса на корню является достижение компенсации расходов на лесное хозяйство с учетом дифференциальной ренты. Названные требования к таксам (цена леса на корню) в практике лесного хозяйства никогда не были достигнуты. Новые разработки в этом направлении в течение последних двух десятилетий, хотя и провозглашают примат рыночных требований, но практически не реализуются.

Сегодня общий запас древесины в наших лесах близок к 2 млрд. м<sup>3</sup>. Это позволяет с оптимизмом смотреть на перспективы лесопользования в Беларуси.

## Контрольные вопросы

1. С какого периода в истории нашего государства древесина становится основным ресурсом леса?
2. Как изменялись объёмы лесозаготовок за последние 200 лет?
3. Как вырубка лесов повлияла на лесистость территории Беларуси?
4. С какого времени есть относительно точные данные о лесистости и объёмах лесозаготовок?
5. Почему на территории Беларуси велись несанкционированные рубки леса?
6. В какой период наблюдались наибольшие объёмы несанкционированных рубок?
7. Почему сегодня незаконные рубки леса сведены у нас к минимуму?
8. Какие объёмы лесопользования прогнозируются в 2030 году?
9. Какое ведомство является ведущим в заготовке древесины в нашей стране?
10. Опишите организацию лесозаготовок в системе Минлесхоза.

## ГЛАВА 3 ДРЕВЕСНЫЕ РЕСУРСЫ

### 3.1 Стволовая древесина. Методы определения запаса древесины

**Объём отдельного дерева.** Древесное сырьё включает в свой состав древесину стволов, ветвей и сучьев, пни и корни и т. д. Наиболее значимая и наиболее представительная часть древесного сырья – стволовая древесина. Она составляет от 65 до 85 % объёма ствола. Именно стволовая древесина составляет основную часть запаса древостоя.

Запас древесины выражается в основном в объёмных величинах – метрах кубических. Общая кубатура древостоя складывается из объёма отдельных деревьев. Поэтому первичная задача при таксации лесов – нахождение объёмов отдельных деревьев или их частей.

Для начала рассмотрим методы нахождения объёма срубленных стволов, т. к. в этом случае мы можем провести любые измерения, многие из которых сделать на растущем дереве затруднительно. На срубленном дереве достаточно просто измерить его длину (высоту) и диаметр в любом месте дерева. Из курса математики мы знаем, что есть много формул для определения объёма различных тел вращения: шара, цилиндра, параболоидов разных степеней, конуса, нейлоида. Поэтому, казалось бы, что найти объём дерева не сложно.

На самом деле это не так. В отношении древесного ствола дело осложняется тем, что дерево не является каким-то одним определенным телом вращения, т. е. точное нахождение его объёма с помощью элементарных формул невозможно. К тому же следует учитывать, что определение объёма ствола не должно отнимать много труда и средств, т. е. быть рациональным и экономически обоснованным. Для определения объёмов и массы любых тел есть надежные физические методы измерения – весовой и ксилметрический. Эти методы достаточно подробно изложены в курсе лесной таксации. Поэтому здесь сделаем лишь краткое упоминание про них.

Ксилметрический способ точен, но трудоемок и дорог. Его применяют при научных исследованиях, когда нужно определить объём относительно небольшого количества древесины. В Беларуси объём вырубаемой древесины достигает около 22 млн. м<sup>3</sup>, в России – 250–300 млн. м<sup>3</sup>, а во всем мире он исчисляется в 4–5 млрд. м<sup>3</sup>.

Понятно, что медленный и дорогой километрический способ для исчисления таких объёмов древесины не годится.

Сравнительно проще и дешевле весовой способ измерения массы тел. Он успешно применяется для учета многих миллионов тонн зерна, металла, удобрений и других материалов. По весу нетрудно замерить и древесину. Обстоятельством, затрудняющим применение этого метода, является различие в весе древесины в зависимости от ее влажности. При потере влаги древесина становится легче, причем эта потеря может происходить с неодинаковой скоростью. Наряду с потерей древесина способна и впитывать влагу. Чтобы привести вес древесины к «общему знаменателю» нужно проводить трудоемкие анализы. Поэтому по весу учитывают лишь небольшое количество наиболее ценной древесины, например, березу карельскую. Ее древесина ценится в 20–30 раз дороже, чем у березы повислой. В силу описанных обстоятельств учет древесины во всем мире выполняют в основном в объёмных единицах.

Для учета объёмов деревьев необходимо знать форму древесных стволов – поперечную и продольную. Учитывая недостатки описанных методов, в практике лесной таксации объёмы древесных стволов определяют с помощью различных математических формул. При этом проводят замеры диаметров дерева на различной высоте и измеряют высоту дерева. Эти замеры позволяют сделать математическое описание поперечной и продольной формы ствола.

Древесный ствол, как и отдельные его части, имеет некоторое сходство с правильными стереометрическими телами. Поэтому при определении объёмов растущих и срубленных деревьев или частей ствола могут быть применимы законы и правила стереометрии. Не вдаваясь в подробное описание имеющихся методов и формул, что изложено в курсе лесной таксации, отметим, что поперечная форма ствола принимается за круг. В отношении продольной формы ствола дело обстоит сложнее.

Многочисленные исследования кривых, описывающих форму ствола, показали, что они неправильны и непостоянны. Уравнения, точно определяющего характер этих кривых, до сих пор не найдено.

Определить объём ствола аналитически можно было бы в том случае, если бы для каждого ствола было известно уравнение его поверхности:  $F(x, y, z) = 0$ , т. е. вид функции  $F$ . Зная уравнения поверхности ствола, можно было бы свести вычисление его объёма к интегрированию некоторой заданной функции.

Отсутствие общего уравнения поверхности ствола заставляет ограничиваться методом приближенных вычислений. Степень точности получающихся при этом результатов может быть очень высо-

кой. Она зависит от погрешностей измерений, используемых в качестве основы при вычислении объёмов.

Ошибки в определении объёма ствола, принятого за тело вращения, при таксации не превышают допустимых погрешностей. Если ствол считать телом вращения, задачу по определению его объёма можно значительно упростить. В этом случае вопрос будет решаться не при помощи геометрии в пространстве, а посредством геометрии на плоскости и вместо изучения поверхности ствола будет изучаться его образующая.

Многочисленные исследования показали, что образующая древесного ствола – слишком сложная кривая и на всем протяжении не может быть представлена одним аналитическим уравнением элементарной функции. Правильнее ее рассматривать как сочетание разных кривых. Поэтому и древесный ствол ближе к телу, состоящему из различных тел вращения.

Для отдельного ствола образующую с приемлемой точностью можно вычислить, сделав замеры диаметров в 5–7 точках по длине ствола. Обычно такие замеры делают через один или два метра, что более чем достаточно. Для вычисления образующей в этом случае применяют уравнения полиномов высоких степеней. Образующая проходит здесь практически по всем замеренным точкам, и объём вычисляется с высокой точностью. Этот метод используют при автоматической раскряжевке стволов на автоматизированных лесопилках и раскряжевке стволов современными харвестерами.

В практике объёмы ствола обычно определяют по формулам Смалиана, Губера и Симпсона. Последняя формула в силу большей трудоемкости обычно используется только в научных исследованиях. Поэтому здесь приведем только формулы Смалиана и Губера.

В зависимости от требуемой точности вычислений эти формулы бывают простыми и сложными. Форма ствола или его частей в этом случае приравнивается к формуле цилиндра. Мы опускаем доказательства этих формул, исходя из того, что они приведены в учебниках по лесной таксации. По действующим правилам магистрантами по лесному хозяйству могут становиться и специалисты, не имеющие лесохозяйственного образования. Поэтому приведем здесь названные формулы с кратким пояснением.

Простая формула Смалиана выглядит тогда следующим образом.

$$V = g_0 L + \frac{g_1 - g_0}{2} L = \frac{2g_0 L + g_1 L - g_0 L}{2} = \frac{g_0 + g_1}{2} L, \quad (3.1)$$

где  $g_0$  – площадь сечения в нижнем отрезе ствола или отрезка;  
 $\gamma$  – площадь поперечного сечения на середине ствола или отрезка;

$g_1$  – площадь сечения в верхнем отрезке;

$L$  – длина ствола или отрезка.

Простая формула Губера примет вид:  $V = \gamma L$ .

Простые стереометрические формулы не могут в полной мере отразить форму древесного ствола. Поэтому их точность невысока. Применение названных формул ограничено, и они используются лишь для ориентировочных оценок объёмов стволов. Применение простых стереометрических формул (Губера, Смалиана) оправдано для коротких отрезков ствола (до 3 м, но лучше не более 2 м), которые обычно соответствуют правильным телам вращения. Для установления объёмов стволов и более длинных его отрезков в науке, а при необходимости и в практике, применяют сложные (секционные) стереометрические формулы.

Наиболее точным способом вычисления объёма ствола ( $V$ ) является расчленение его на некоторое количество отрезков и нахождение объёма ствола как суммы объёмов этих отрезков ( $\sum V_i$ ),

т. е.  $V = \sum_1^n V_i$ . Ствол, как правило, делится на отрезки длиной 2 м, если его высота равна 14 м и более. При меньшей высоте ствола отрезки берут длиной 1 или 0,5 м.

Есть несколько способов определения объёма ствола путем деления его длины ( $L$ ) на отрезки длиной  $l$ .

Допустим, мы разделим ствол на « $n$ » равных частей. Площади сечений каждого отрезка обозначим как  $g_1, g_2 \dots g_n$ . Объём каждого отрезка определяем по простой формуле Смалиана, т. е. как

$\frac{g_i + g_{i+1}}{2} \cdot l$ . Общий объём выразится как

$$V_g = \frac{g_n}{3} \cdot (L - \sum l). \quad (3.2)$$

Формула (3.2) называется сложной формулой Смалиана.

Наиболее часто в практике применяют сложную формулу Губера, или срединных сечений.

Обозначив площади сечений середины отрезков через  $\gamma$ , имеем

$$V = \gamma_1 l + \gamma_2 l + \gamma_n l = l (\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n). \quad (3.3)$$

Объём вершины ( $V_B$ ) определяем как объём конуса. Эта формула общеизвестна.

Применяя различные формулы для определения объёмов ствола, надо знать их точность. Объёмы, определяемые ксилометрическим способом, принято считать истинными. Объёмы, находимые прочими способами, и выявленные расхождения выражают в процентах от объёмов, найденных ксилометрическим способом. Обычно точность простых формул лежит в пределах 20–30 %. Их используют только для ориентировочных оценок. Точность сложных формул колеблется от 1 до 3 % в зависимости от числа измерений особенностей формы ствола. Для лесного хозяйства такая точность приемлема.

Для определения объёмов растущих деревьев используют формулу  $V = ghf$ , где  $g$  – площадь сечения ствола на высоте 1,2 м,  $h$  – высота ствола,  $f$  – видовое число (его описание имеется в курсе лесной таксации). В практике объёмы стволов растущих деревьев находят с помощью таблиц объёмов. Обычно таблицы объёмов стволов имеют входы по диаметру и высоте дерева и по диаметру и ряду высот.

**Запас древостоя и его классификация.** Для ведения хозяйства, чтобы знать выход древесины с определенного участка леса, надо определить количество древесины на определенной площади, или, как его обычно называют, запас древостоя. В зависимости от целевого назначения различают разные виды запасов.

Та часть запасов древесины, которая по своим размерам и качеству пригодна для выработки продукции для народного хозяйства, называется *эксплуатационным запасом*.

В процессе заготовки и последующей разделки срубленных деревьев неизбежны отходы в виде пней, вершин и частей ствола, пораженных гнилью. Кроме того, для последующего восстановления леса на вырубках оставляют крупные деревья – семенники, а иногда и семенные куртины.

Не включаются в эксплуатационный запас, особенно в лесах Севера и Сибири, насаждения, имеющие на 1 га менее 30 м<sup>3</sup> деревьев, а также те древесные породы, рубка которых запрещена ввиду их особой ценности (кедр, орех, бархатное дерево и др.). Оставшаяся после их вычета часть эксплуатационного запаса называется *ликвидным запасом*. Мошкалев А. Г. рекомендует называть его «товарным запасом». Это предложение широкого распространения не получило. Запас реализуемой древесины в практике называют ликвидным запасом или просто ликвидом.

Для каждого таксационного участка, как мы уже говорили, устанавливается преобладающая порода. Суммируя по преобладающей породе запасы отдельных таксационных участков, получают данные для массива в целом. При подсчете запаса преобладающей древесной породы в него включают кубатуру примесей. Так, в общий запас насаждений с преобладанием сосны обязательно включают примесь ели, березы и других пород, а в запас насаждений с преобладанием ели – примесь сосны.

Поскольку эти примеси должны взаимно компенсироваться, казалось бы, общий запас насаждений с преобладанием определенной породы можно приравнять к запасу данной породы во всем массиве. Однако такой вывод был бы неверным, так как в лесном массиве различные древесные породы могут занимать неодинаковые площади. Поэтому примеси отдельных пород могут взаимно компенсироваться лишь частично. Следует также иметь в виду, что биологические свойства пород, так же как и условия местопроизрастания и возраст насаждений, не одинаковы.

Из сказанного следует, что суммарный запас насаждений с преобладанием определенной древесной породы нельзя считать близким к запасу данной породы во всем массиве. В таксационной практике проводится дифференциация древесных запасов по породам, называемая *учетом по составляющим, или чистым породам*. В тех участках, где чистая порода преобладает, надо исключать из общего запаса примеси и к полученному результату прибавлять запас этой же породы из тех участков, где она встречается как примесь.

Разделение запасов по чистым породам особенно необходимо в связи с тем, что для правильного планирования отпуска леса требуется уточненная сортиментация древостоя, основанная в первую очередь на учете отдельных древесных пород.

При расчленении общего запаса по чистым породам рекомендуется шире использовать данные перечислительной таксации, полученные при закладке пробных площадей, отводе лесосек в рубку и других видах работ. В этом случае можно учесть запасы древесных пород с долей участия в составе насаждения менее 0,1.

**Методы определения запаса древостоя.** В практике объемы отдельных деревьев определяют редко. Для оценки древесных ресурсов основное значение имеет запас древостоя. Поэтому его определяют с наибольшей точностью.

Запас насаждения можно определить разными способами. При точных таксационных изысканиях запас определяют по модельным деревьям. В широкой практике, особенно при отводах лесосек, для нахождения запаса насаждения обычно применяют способ перечис-

лительной таксации с его оценкой по объёмным и сортиментным таблицам. В этих таблицах приведены объёмы деревьев разных ступеней толщины. Умножив объём на число деревьев соответствующей ступени, установленное при перечёте, и сложив все произведения, получают общий запас насаждений.

Можно также определить запас древостоя по методу пробных площадей, применяемому при частичном перечёте деревьев. Вычисленный по пробной площади запас насаждения умножают на отношение площади таксируемого участка к площади пробы и получают общий запас.

При таксации обширных лесных пространств частичный перечёт деревьев с последующим использованием объёмных и сортиментных таблиц часто бывает затруднительным. В этом случае применяют способы глазомерной таксации, позволяющие находить запас без перечёта деревьев.

Умение определять запас насаждений без перечёта деревьев требует большого навыка и опыта. У таксатора, заложившего много пробных площадей и устанавливавшего запас по моделям и массовым таблицам, запечатлеваются в памяти типичные насаждения, с которыми он и сравнивает таксируемые участки леса. Поэтому он может глазомерно определить запас, полноту и прочие таксационные признаки осматриваемых насаждений. Однако точность результатов при глазомерной таксации даже у самых опытных таксаторов колеблется в пределах  $\pm 10-15\%$ .

При глазомерной таксации для определения запаса насаждения пользуются в качестве подсобного материала выдержками из таблиц хода роста, которые называются стандартными таблицами сумм площадей сечений и запасов при полноте 1,0.

Зная среднюю высоту дерева и полноту насаждения, можно достаточно просто найти его запас. Формулы для ориентировочного определения запаса базируются на основной формуле запаса насаждения:

$$M = GHF.$$

В общий древесный запас входят объёмы не только крупных, представляющих с эксплуатационной точки зрения наибольшую производственную ценность, но и мелких деревьев.

В практике лесного хозяйства Беларуси для определения запаса древесины, который отводят в главную рубку, обычно используют метод сплошного перечёта с применением сортиментных таблиц.

В этом случае традиционно лесосеки таксировались с точностью в  $\pm 10\%$ . Это было оправдано возможностями применяемой технологии. В таких пределах необходимо учитывать каждую делянку, при которой заложенная достоверность составляла 99,9 %. В современных условиях этот норматив может быть сохранен как минимальный только для одной лесосеки. Но то, что верно для одной лесосеки, не может распространяться на их совокупность, которая должна таксироваться точнее. В СССР, когда потребителями основных объёмов вырубаемой древесины были леспромхозы, получавшие десятки и сотни лесосек в лесхозе, это себя оправдывало. Деньги у поставщика и потребителя были общенародные. Теперь же, когда поставщиком является государственная организация, а потребителем – открытые акционерные общества или частные лица, необходимо усилить требования к оценке запаса древесины. Да, на отдельной делянке она останется  $\pm 10\%$ , но их совокупность должна таксироваться более точно. Ее несложно рассчитать по законам лесной биометрии. Точность таксации отдельной лесосеки при применении новых безрядных сортиментных таблиц, разработанных «Гомельлеспроект» по нашей методике в 2011 году и принятых к внедрению в лесхозах республики, должна быть выше современных нормативов и составлять не менее 8–9 %. Качество оценки совокупности лесосек должно повышаться в соответствии с законом уменьшения случайных ошибок. Правда, предложения установить более высокую точность таксации лесосек не приняты Министерством лесного хозяйства, ибо лесхозы опасаются, что в силу недостаточной квалификации исполнителей и по другим причинам они не смогут выдержать строгие нормативы и будут выплачивать большие штрафы.

Есть проблемы и с отнесением учитываемой древесины к разным качественным категориям. Так, при оценке лесосечного фонда проводится выделение сырья для технологической переработки, или так называемых технологических дров. Концерн «Беллесбумпром» (основной лесозаготовитель после Минлесхоза) получает лесосечный фонд, где доля деловой древесины составляет 60–70 %. Отчитывается концерн за 90–95 % деловой древесины. Разница набегает за счет переработки дров в технологическое сырье. Здесь все правильно, но запас дров, направляемый для дальнейшей переработки, должен учитываться при таксации лесосек и оплачиваться соответственно. В то же время при отпуске древесины местным потребителям этого делать не следует. Описанный момент пока не нашел полного отражения в новых правилах по отводу лесосек.

### 3.2 Динамика древостоев. Динамика запасов стволовой древесины

**Актуальность знаний о динамике запасов.** С момента возникновения насаждения и до его распада и гибели таксационные показатели как всего насаждения, так и его главной части – древостоя, постоянно меняются. Это изменение таксационных показателей с течением времени называется *динамикой древостоя*. Знания о динамике древостоя, т. е. прогноз изменения таксационных показателей, особенно, его главного показателя – запаса, необходим для организации и ведения лесного хозяйства.

Лесные насаждения неоднородны. Они имеют разную высоту, диаметр, запас древесины на 1 га. Эта неоднородность зависит как от природных факторов, так и от хозяйственной деятельности человека. Сравнивая древостои между собой, мы должны знать, какие из них лучше или хуже используют природный ресурс: почвенное плодородие, климатический фактор, в какой степени хозяйственное воздействие повлияло на таксационные показатели.

Для сравнения нам необходим некоторый эталон – идеальное насаждение, в полной мере отвечающее предъявляемым требованиям. При этом характеристику насаждений мы должны знать в динамике. Это значит, что необходимо установить, какие таксационные показатели (особенно запасы) будет иметь древостой в 10, 20, ..., 120 лет в определенной природной зоне и при определенных почвенно-грунтовых условиях.

При этом предполагается, что за этот период не произойдет значительных природных или антропогенных нарушений, существенно изменяющих ход роста: стихийных бедствий (пожары, буреломы, вымокание лесов), массовых вырубок или других хозяйственных воздействий, изменяющих ход роста: мелиорация, деградация древостоя от избыточного рекреационного использования и т. д.

Прогноз хода роста древостоя или его динамика изучается по специальным научным методикам и завершается составлением моделей динамики древостоев. Они могут представлять собой уравнения или системы уравнений, изображаться графически или быть представленными в табличном виде. Удобнее выразить динамику древостоев в табличном виде. Таблицы, сохраняя в основном наглядность динамики таксационных показателей, позволяют быстро и точно получить численные значения требуемых нам величин.

Таблицы, в которых представлена динамика древостоя, т. е. показаны величины его таксационных показателей ( $H$ ,  $D$ ,  $N$ ,  $G$ ,  $M$ ,  $Z$

и др.), называют таблицами хода роста. Обычно за одну таблицу хода роста принимают динамику таксационных показателей одной линии развития насаждений: одного класса бонитета, одного типа леса, единого происхождения, одинакового режима ухода и т.д.

**Принципы составления таблиц динамики древостоев.** Таблицы хода роста делятся на крупные классификационные единицы. По территориям, где применяются таблицы хода роста (т. х. р.), выделяют всеобщие, общие и местные таблицы хода роста.

Из *всеобщих* таблиц хода роста у нас наибольшую известность получили т. х. р., составленные А. В. Тюриным в России в дореволюционное время. Теоретическое обоснование правомерности существования таких таблиц базируется на известном утверждении этого ученого, которое сделано в 1913 году: «Нормальные, т. е. чистые сомкнутые одновозрастные сосновые насаждения, имеющие в одинаковом возрасте одинаковые высоты, имели одинаковый ход роста в прошлом и будут иметь одинаковый рост в будущем независимо от того, находятся ли они в Германии, Петербургской или Архангельской губернии». Сам А. В. Тюрин к этому времени составил т. х. р. для сосны Архангельской губернии, обобщил германские и известные российские т. х. р. для сосны и ели. Они характеризуются очень высокими показателями запасов и общей продуктивности, в дальнейшем не подтвержденными другими разработчиками т. х. р.

*Общие* т. х. р. базируются на тех же принципах о единстве динамики однородных древостоев на больших площадях, но район их применения меньший. Обычно это одна большая страна (Россия) или ее крупные части – Европейский Север России, Сибирь, Дальний Восток. Примером *общих* т. х. р. являются таблицы для дуба (автор Ф. П. Моисеенко), составленные в 50-е годы XX века.

Исследования более позднего времени, начиная с 30-х годов XX века и принявшие широкий размах в 50–80-е годы, показали, что *общие* т. х. р. представляют собой лишь упрощенную модель динамики древостоев. На ход роста насаждений влияют климатические условия и особенности хозяйства. Поэтому началась интенсивная разработка таблиц хода роста для отдельных республик в составе СССР, областей, районов и даже лесхозов. Такие т. х. р. названы *местными*. Они получили очень широкое распространение.

В учебниках по таксации довоенного и первого послевоенного времени обычно описывались практически все имевшиеся т. х. р. При этом всегда упоминалось, что первые в мире т. х. р. составил русский таксатор Варгас де Бедемар в 40-х годах XIX века для сосны

Петербургской губернии и для березы Тульской и Самарской губерний. В настоящее время такое описание в учебниках сделать невозможно, да и не нужно. Уже к началу 70-х годов прошлого века появилось очень много т. х. р.. Причем для одного района (области, республики) составлено по несколько дублирующих, а часто и противоречащих друг другу таблиц хода роста. Если их перевести на таблицы одной линии развития, то количество таких линий станет более 500.

Поэтому в 1971 году высший орган управления лесным хозяйством СССР – Гослесхоз – принял решение систематизировать все т. х. р., отобрать лучшие и утвердить их как нормативный материал. Для Беларуси новые таблицы динамики древостоев были разработаны БелНИИЛхм в 1984 году и тогда же утверждены как нормативный материал.

Первые таблицы хода роста разрабатывались для максимально полных насаждений, которые считались эталонами для ведения хозяйства. Тюрин А. В. такие насаждения называл нормальными. В его понимании *нормальное насаждение* – это насаждение, где нет ни одного недостающего и ни одного лишнего дерева, а потенциал почвенного плодородия используется максимально. Нормальные древостои имеют полноту 1,0.

В дальнейшем авторы, которые закладывали пробные площади в наиболее полных древостоях, отошли от некоторого заранее заданного критерия полноты 1,0. Они стали принимать свои материалы за местный критерий полноты 1,0. Это в большей мере соответствовало природе леса с учетом местных почвенных и климатических условий. Так появились местные критерии полноты 1,0. Примером такого подхода служат т. х. р. для Беларуси Ф. П. Моисеенко, В. Ф. Багинского и др.

Нормальные древостои, которые представляют собой идеальные насаждения, в условиях интенсивного хозяйства встречаются редко. Обычно древостои имеют полноту меньше 1,0. Для целей учета леса, сравнительной характеристики различных древостоев представляет интерес разрабатывать т. х. р. для насаждений разной полноты. Наибольшее распространение получили здесь т. х. р. для модальных древостоев. Модальными древостоями (от слова «мода» – середина) принято называть наиболее распространенные (обычно по полноте) насаждения определенной породы и уровня производительности.

Модальную, или среднюю полноту обычно устанавливают по лесоустроительным материалам. Модальная полнота часто определя-

ется для всего возрастного диапазона древостоев. Например, сегодня полнота сосновых насаждений Беларуси близка к 0,7. Более правильно находить эту полноту в разрезе классов или групп возраста. Известно, что в белорусских лесах средняя полнота снижается от 0,8–0,85 в молодняках до 0,6–0,55 в спелых насаждениях, а в среднем, действительно будет около 0,7.

Современные т. х. р. для модальных древостоев Беларуси (В. Ф. Багинского) построены по принципу изменения модальной полноты с возрастом.

При группировке материала для изучения динамики древостоев важен его принцип – по классам бонитета, или по типам леса. Оба способа имеют свои достоинства и недостатки. С момента появления бонитетных шкал т. х. р. составляли в основном по бонитетам. Такие таблицы удобны для организации учета леса, при сопоставлениях. Ими легко и просто пользоваться, они дают однозначный ответ на вопрос о величине запаса и других показателей древостоя конкретного бонитета в искомом возрасте.

В то же время бонитетная шкала далеко не всегда отражает ход роста конкретного древостоя в течение его жизни. Бонитет одного и того же насаждения при изменении возраста может как понижаться, так и повышаться. Поэтому т. х. р. по бонитетам показывают некоторые усредненные величины для совокупности древостоев в конкретном возрасте, т. е. для отдельного древостоя носят скорее статический, чем динамический характер.

Таблицам на бонитетной основе часто противопоставляют т. х. р. по типам леса. Их недостатком является неопределенность уровней производительности древостоев. По самым жестким требованиям, например, по типологии И. Д. Юркевича, один тип леса включает не менее двух классов бонитета. Поэтому такие т. х. р. непригодны для лесоучетного дела, и лесоустройством не используются. Не улучшает положение применение вместо типов леса классификации по типам условий местопроизрастания (ТУМ). В пределах одного ТУМ можно встретить древостои, характеризующиеся еще большим количеством классов бонитета, чем в типе леса.

Таким образом, принципы группировки материала при составлении т. х. р. остаются темой для дискуссий. Поскольку т. х. р. в основном нужны для целей учета леса и прогноза накопления запасов древесины, то наиболее широкое применение находят таблицы, составленные на бонитетной основе. В то же время при составлении нормативов по учету комплексной продуктивности лесов Беларуси

в ГГУ им. Ф. Скорины была издана монографии, где оценка древесных запасов сделана по типам леса. Это вызвано тем, что другие ресурсы и полезности, которые учитывают наряду с запасом древесины, целесообразнее учитывать по типам леса.

В то же время между двумя описанными подходами (группировка по бонитетам или типам леса) установлен определенный компромисс. В современных т. х. р., составленных на бонитетной основе, указываются главные типы леса, которые соответствуют определенному бонитету.

**Таблицы динамики древостоев для лесов Беларуси. Применение таблиц динамики древостоев в практике лесного хозяйства.** В настоящее время для лесов Беларуси разработан полный набор нормативного материала с целью определения запасов стволовой древесины. Работа по составлению таких таблиц начата еще в довоенное время. В 1933 году составлены первые такие таблицы Ф. П. Михневичем.

В 30–40-е годы прошлого века появляется ряд местных таблиц. Их составили Д. И. Вуевский (сосна Гомельского района), К. Захаров (сосна в Беловежской пуще), и др.

В 50–70-е годы прошлого века проведены большие работы по составлению таблиц хода роста. Здесь следует назвать таблицы Ф. П. Моисеенко для дуба (местные и общие) и ели (местные). Мирошников В. С. и О. А. Труль предложили местные таблицы по сосне и ели, О. А. Атрощенко – по берёзе. Ермаков В. Е. составил таблицы хода роста по типам леса для сосны, ели и берёзы. Составлены также подобные таблицы по типам леса для ольхи чёрной И. Д. Юркевичем, В. С. Гельтманом и Н. Ф. Ловчим, а для сероошанников И. Д. Юркевичем, В. С. Гельтманом и В. И. Парфеновым. Для культур сосны существуют т. х. р. А. М. Кожевникова, В. М. Ефименко и В. Ф. Решетникова; В. С. Мирошникова, В. Ф. Багинского. Ход роста культур ели описан А. М. Кожевниковым, В. М. Ефименко и В. Ф. Решетниковым, а также А. Ф. Киселевым. Динамику древостоев лиственницы исследовал А. Д. Янушко.

Гослесхозом СССР в 1984 году официально утверждены и приняты для использования в качестве нормативных материалов для таксации леса нашей страны таблицы хода роста нормальных и модальных древостоев для сосны, ели, дуба, березы, осины, ольхи черной, составленные В. Ф. Багинским и Ф. П. Моисеенко. Есть ряд и других местных таблиц.

В 1984 году Минлесхоз БССР и Гослесхоз СССР специальным решением утвердили «Нормативные материалы для таксации леса

Белорусской ССР», куда вошли многие из перечисленных т. х. р. Эти нормативы до сих пор не пересматривались и являются официальным документом для использования в лесном хозяйстве.

В 2014 году вышли новые таблицы хода роста, разработанные Гомельлеспроектom (Е. А. Усс, В. Ф. Багинский и Ф. Ф. Бурак). Эти таблицы положены в основу новых нормативов для таксации леса, которые действуют с 2015 года.

Основное предназначение т. х. р. – быть научной основой для проведения лесочетных работ. Сами т. х. р. при лесоинвентаризации почти не применяются. Но на их материале выводятся закономерные связи  $H-G$ ,  $H-M.H-F$ , являющиеся научной основой для разработки стандартных таблиц сумм площадей сечений и запасов при полноте 1,0. Для сокращения её обычно называют просто стандартной таблицей.

Критерии полноты 1,0 в этих таблицах, утвержденные в установленном порядке Минлесхозом Беларуси, используются в широкой практике. В Беларуси в 1984–2015 годах действовали критерии полноты 1,0, выведенные В. Ф. Багинским на основе объединенного анализа т. х. р. В. Ф. Багинского, Ф. П. Моисеенко, В. Е. Ермакова, В. С. Мирошникова, О. А. Трулля, О. А. Атрощенко. С 2015 года в Беларуси принята новая стандартная таблица, разработанная Гомельлеспроектom (Е. А. Усс).

Поясним принципы пользования стандартной таблицей. Мы знаем, что запас насаждения равен произведению суммы площадей сечений на высоту и видового числа ( $M = GHF$ ). На основании этой формулы можно заключить, что с увеличением каждого из компонентов, входящих в ее правую часть, запас древесины соответственно будет возрастать. В эту формулу ни бонитет, ни возраст в качестве объемобразующих факторов не входят. Запас насаждений является только функцией суммы площадей сечений, высоты и видового числа. У множества деревьев одной породы и одинаковой высоты видовые числа в среднем близки между собой. Отсюда запас насаждения можно рассматривать как функцию высоты и суммы площадей сечений.

Для определения запаса и полноты насаждения надо использовать среднюю высоту и сумму площадей сечений, не принимая во внимание возраст и бонитет насаждения. Конкретные соотношения запасов, сумм площадей сечений, высоты и видовых чисел имеются в таблицах хода роста насаждений. Все встречающиеся в таблицах значения высоты можно выписать в ряд в порядке постепенного ее возрастания, начиная от самой низкой высоты, характеризующей молодняки низших классов бонитета, и заканчивая высотой насаждений высших бонитетов при более высоких возрастах.

## **Величины запасов стволовой древесины в лесах Беларуси.**

Величина запаса стволовой древесины в древостое зависит от многих факторов: порода, возраст, класс бонитета или тип леса, полнота и др. Мы здесь рассматриваем чистые древостои при полноте 1,0, т. е. нормальные.

При этом следует учитывать, что в таблицах приведен как запас растущего леса, так и величина отпада. Рассмотрим запас растущего древостоя. Количественные показатели запасов в таблицах весьма многочисленны. Они приведены в соответствующих справочниках, показанных в списке литературы. Здесь для сокращения приведем величины запасов спелых древостоев. Спелыми насаждения считаются в следующем возрасте: сосна и ель в 81 год, дуб в 101 год, береза в 61, осина в 41 и ольха черная в 51 год. Эти данные соответствуют эксплуатационным лесам. Для лесов других категорий (экологического значения) возрасты рубки для всех пород (кроме осины) выше на класс возраста. Здесь для полного представления о возможных запасах в спелом лесу достаточно показать запасы спелых древостоев в эксплуатационных лесах, где проводится наиболее интенсивное главное пользование. Величины запасов приведены здесь с округлением до десяти метров кубических.

Сосновые древостои к возрасту спелости достигают следующих запасов: I<sup>a</sup> класс бонитета (сосняки кисличные) – 670 м<sup>3</sup>; I класс бонитета (сосняки орляковые и мшистые) – 550 м<sup>3</sup>; II класс бонитета (сосняки мшистые и черничные) – 460 м<sup>3</sup>; III класс бонитета (сосняки вересковые) – 370 м<sup>3</sup>; IV класс бонитета (сосняки багульниковые и осоковые) – 350 м<sup>3</sup>; V класс бонитета (сосняки лишайниковые) – 320 м<sup>3</sup>.

Еловые древостои: I<sup>a</sup> класс бонитета (ельники кисличные) – 660 м<sup>3</sup>; I класс бонитета (ельники черничные и орляковые) – 570 м<sup>3</sup>; II класс бонитета (ельники мшистые) – 490 м<sup>3</sup>; III класс бонитета (ельники долгомощные) – 380 м<sup>3</sup>; IV класс бонитета (ельники осоковые) – 260 м<sup>3</sup>; V класс бонитета (ельники осоково-сфагновые) – 160 м<sup>3</sup>.

Дубовые древостои: I класс бонитета (дубравы снытевые и крапивные) – 510 м<sup>3</sup>; II класс бонитета (дубравы кисличные) – 440 м<sup>3</sup>; III класс бонитета (дубравы черничные) – 360 м<sup>3</sup>.

Березовые древостои: I<sup>a</sup> класс бонитета (березняки кисличные и снытевые) – 390 м<sup>3</sup>; I класс бонитета (березняки черничные) – 360 м<sup>3</sup>; II класс бонитета (березняки мшистые) – 290 м<sup>3</sup>; III класс бонитета (березняки вересковые) – 210 м<sup>3</sup>; IV класс бонитета (березняки лишайниковые) – 150 м<sup>3</sup>.

Осиновые древостои: I<sup>b</sup> класс бонитета (осинники кисличные) – 450 м<sup>3</sup>; I<sup>a</sup> класс бонитета (осинники снытевые) – 370 м<sup>3</sup>; I класс бони-

тета (осинники черничные) – 320 м<sup>3</sup>; II класс бонитета (осинники мшистые) – 260 м<sup>3</sup>.

Черноольшанники: I<sup>a</sup> класс бонитета (черноольшанники крапивные) – 470 м<sup>3</sup>; I класс бонитета (черноольшанник кочедыжниковый) – 400 м<sup>3</sup>; II класс бонитета (черноольшанники таволговые и осоковые) – 320 м<sup>3</sup>; III класс бонитета (черноольшанник болотно-папоротниковый) – 240 м<sup>3</sup>.

Из приведенных данных видно, что наибольшие запасы к возрасту спелости наблюдаются у хвойных древостоев. На них имеется и наибольший спрос на рынке лесоматериалов. В то же время древесина твердолиственных пород ценится наиболее высоко. Имеют свою нишу на рынке и мягколиственные породы. Они употребляются в основном для производства фанеры и в качестве сырья для выпуска бумаги высокого качества (береза) или изготовления спичек (осина).

### 3.3 Древесные ресурсы смешанных насаждений

**Значение смешанных насаждений как источника ресурсов леса.** Древесные ресурсы и полезности леса формируются как в чистых, так и в смешанных насаждениях. Современная лесоводственная наука в целом отдает предпочтение смешанным древостоям.

Это вызвано тем, что смешанные древостои имеют ряд преимуществ перед чистыми насаждениями: они более устойчивы, лучше используют почвенное плодородие и т. д. Смешанные древостои предпочтительнее и в хозяйственном отношении, так как обеспечивают разнообразный выход сортиментов, что особенно важно в период долгосрочного производства при лесовыращивании. При создании новых лесов (естественным или искусственным путем) важно правильно спрогнозировать потребность в древесине разных пород через многие десятилетия. Создавая смешанные насаждения, мы обеспечиваем определенную вариабельность породного состава при достижении насаждениями возраста спелости, что существенно сокращает риски получения ошибочных результатов.

Разные древесные породы имеют неодинаковую хозяйственную ценность. Поэтому при лесовосстановлении и лесоразведении отдаются предпочтение наиболее ценным: хвойным и твердолиственным. Древесина мягколиственных пород тоже нужна. В то же время доля мягколиственных хозсекций (кроме ольхи черной) должна быть невысокой. Нужные мягколиственные сортименты целесообразно получать при проведении рубок промежуточного пользования. При

этом следует учитывать, что спелость мягколиственных древостоев наступает намного раньше, чем у хвойных и твердолиственных.

Хотя исследование динамики и продуктивности смешанных древостоев имеет продолжительную историю, но обширное и комплексное изучение этих насаждений началось в Беларуси лишь в 70-е годы прошлого века. Это связано с большой трудоемкостью изучения смешанных древостоев, а также с тем, что практическая востребованность таких работ возникла относительно недавно. За прошедшее время у нас изучались сосново-еловые, сосново-березовые, елово-лиственные и дубовые древостои. При этом особое внимание уделяется вопросам оптимизации составов древостоев с целью получения наибольшего хозяйственного эффекта в будущем. Сложность вызывает последний аспект из-за неопределенности прогноза потребности в древесине разных пород через несколько десятилетий. В последние годы в числе целей хозяйства добавились требования экологизации лесовыращивания и лесопользования.

Смешанные насаждения весьма разнообразны по составу и условиям произрастания. Особую сложность представляют исследования в елово-лиственных и дубовых насаждениях в силу большого разнообразия составляющих пород и неоднозначности целей хозяйства. Здесь остановимся в основном на тех смешанных древостоях, которые наиболее распространены в наших лесах или имеют наибольшую хозяйственную ценность. К таковым относятся сосново-березовые, сосново-еловые и смешанные дубовые насаждения.

Хотя приведенные утверждения достаточно известны и принимаются научным сообществом, все же представляет интерес привести доказательства этих утверждений. Для сокращения сделаем это только для дубовых насаждений.

Оптимальная площадь дубовых древостоев в лесах Беларуси рассчитывалась многими учёными, которые руководствовались различными соображениями. Их оценки существенно отличаются, но они нигде не ниже 6–7 %, а ряде случаев и выше. Поэтому современные площади дубрав (276,5 тыс. га – 3,5 % от земель, покрытых лесом) в ближайшие 20–25 лет должны быть увеличены минимум вдвое. Это невозможно без перевода мягколиственных насаждений в дубовые, т. е. без разработки приемлемых методов выращивания дубово-мягколиственных насаждений.

Известно, что продуктивность дубрав ниже, чем у хвойных древостоев на 20–22 %, но средние диаметры, определяющие товарную структуру насаждения, в спелых дубовых древостоях выше, чем у хвойных на 18–35 %. Поэтому процент выхода крупной деловой древесины в дубраве в 100–120 лет доходит до 50–65 % против

40–55 % у сосны и ели. Цена дубовых сортиментов по котировкам на белорусской бирже лесных материалов выше, чем у хвойных в среднем в три раза.

Используя приведенные данные, можем сделать сравнительную оценку дубовой, сосновой и еловой древесины. Для этого применим формулу

$$I_u^o = C_o T_i M,$$

где  $I_u^o$  – индекс ценности дубовой древесины с 1 га в  $i$  возрасте;

$C_o$  – индекс средней цены дубовой древесины против сосны и ели, приблизительно равен 3;

$T_i$  – относительная доля выхода деловой древесины в древостое в возрасте  $i$  лет;

$M$  – соотношение запасов на 1 га в  $j$  классе бонитета  $i$  возраста.

Для примера при проведении расчётов возьмём данные по среднему уровню продуктивности (II классу бонитета) в возрасте 100 лет для дубрав Беларуси. Величины  $T$  и  $M$  для дуба будут равны при сравнении с сосной следующим величинам:  $T = 0,70$ ;  $M = 0,84$ ; при сравнении с елью:  $T = 0,70$ ;  $M = 0,78$ . Учитывая сказанное, найдём соотношение стоимости одного гектара разных насаждений.

При сравнении древостоев дуб – сосна  $I_u^o = 3 \times 0,7 \times 0,84 = 1,76 \approx 1,8$ , а для соотношения дуб – ель  $I_u^o = 3 \times 0,7 \times 0,78 = 1,64$ . Таким образом, ценность 1 га дубового насаждения по древесине в 1,5–2 раза выше, чем у хвойных. Следовательно, при выращивании смешанных древостоев с участием дуба в составе необходимо отдавать предпочтение этой породе даже против сосны и ели, не говоря уже о мягколиственных. При этом необходимо строго придерживаться лесорастительной зональности при определении состава древостоя. Особенно важно соблюдать эти принципы при лесоустроительном проектировании.

Помимо общеизвестных и обычно рутинных положений, реализуемых при проведении базового лесоустройства (категории лесов, возрасты рубки, расчёт лесопользования и т. д.), описание которых здесь может быть опущено, важным моментом является учёт географического фактора при проектировании объёмов воспроизводства дубовых древостоев в Республике Беларусь. В «Правилах по проведению лесоустройства» и в практике лесоустройства этому вопросу уделено недостаточное внимание. Здесь надо учитывать особенности каждого лесорастительного района.

В подзоне широколиственно-еловых (дубово-темнохвойных) лесов, где доля дубрав невысока (1–2 %), дубовые насаждения проек-

тируются на местах вырубок в дубравах, а также в берёзовых и осиновых древостоях. В Западно-Двинском округе, особенно Полоцком и Суражско-Лучесском лесорастительных районах, целесообразно восстановление дубовых насаждений на местах их вырубок не столько из хозяйственных соображений, сколько для сохранения биологического разнообразия. В этих условиях в силу климатических факторов местопроизрастания ( $C_2 - C_4$ ,  $D_2 - D_4$ ) должна занимать ель.

В западной части этой лесорастительной подзоны в силу более мягкого климата (Браславский, Дисненский лесорастительные районы) представительство дуба расширяется, но и здесь нет нужды усиленно форсировать увеличение его площадей. Выращивание дубрав следует приурочивать к местам, где они наиболее устойчивы и продуктивны, т. е. в кисличных и снытевых типах леса, а также в поймах рек. В названных условиях роста обычной примесью в дубовых насаждениях является ель и мягколиственные породы. В Западно-Двинском округе дубравы могут занимать территории, где они традиционно произрастали, расширив эти площади на 20–30 %, т. е. их доля составит 2–3 %.

Южнее, в подзоне дубово-темнохвойных лесов желательно увеличение площади смешанных дубовых древостоев на 30–40 % за счёт осиновых и берёзовых насаждений. При этом расширение должно идти преимущественно за счёт Нарочано-Вилейского, Минско-Борисовского, Сожского, Беседского лесорастительных районов при относительной стабильности или сравнительно небольшом росте (10–15 %) площадей дубрав на остальных территориях, т. е. в Ашмянско-Минском и Оршанско-Могилёвском лесорастительных округах.

В подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов должен отдаваться приоритет дубу перед елью. Это вызвано необходимостью увеличения с 7 до 9 % представительства этой ценной породы в лесах Беларуси и опасностью массовых усыханий ели в силу глобального потепления климата. В будущем примесью к дубу в этой подзоне должна выступать ель, но доля последней в смешанном дубовом насаждении всё же не должна превышать 20 % из-за опасности её выпадения, хотя в дубово-еловом древостое ель, как показали наши исследования, усыхает менее интенсивно, чем в чистых ельниках. Доля дуба в названной лесорастительной подзоне может быть доведена до 5–6 %. Преимущество в расширении площадей дубрав должны иметь южная часть Черческо-Приднестровского района, Западно-Предполесский, Неманский, Беловежский, Центрально-Предполесский районы.

Основное внимание расширению площадей дубовых древостоев следует уделять в зоне широколиственно-сосновых лесов, где клима-

тические условия наиболее благоприятны для выращивания этой породы. Ограничениями здесь являются почвенно-грунтовые условия. В названной подзоне почвы беднее чем в других за счёт преобладания дерново-подзолистых, песчаных и супесчаных почв водно-ледникового происхождения. Они имеют невысокое плодородие: дубравы на таких почвах создавать нежелательно.

В то же время среди почв данной подзоны определённое распространение имеют тяжёло-супесчаные и суглинистые почвы. Это обычно наблюдается там, где донная морена выступает к поверхности среди водно-ледниковых отложений. Такие почвы в настоящее время заняты твёрдолиственными видами или производными березняками. В условиях С<sub>2</sub> – С<sub>4</sub> и Д<sub>2</sub> – Д<sub>4</sub>, дубравы должны быть восстановлены в полном объёме. Для этой цели используются все вырубки, в том числе и мягколиственных древесных видов. Долю твердолиственных пород (в основном дуба) в южной части Беларуси реально довести до 10–12 %. В некоторых лесхозах (Хойникский, Василевичский, Буда-Кошелёвский и др.) этот процент может быть увеличен до 15–16 %.

Таким образом, высокое значение смешанных древостоев определяется большими запасами древесины, экономической ценностью ресурсов этих лесов и экологическими полезностями.

**Смешанные леса Беларуси: распространённость и породный состав.** По имеющимся данным в учете лесного фонда смешанные древостои занимают в Беларуси свыше 60 % земель, покрытых лесом. Наибольшую площадь среди смешанных древостоев занимают сосново-березовые насаждения. Это вызвано тем, что и сосна, и береза имеют широкий ареал и растут в различных почвенно-грунтовых условиях. В учете лесного фонда имеются сведения об общей площади разных пород без учета того чистые они или смешанные. Поэтому такие данные необходимо получать дополнительно. Здесь особое внимание уделим именно сосново-березовым древостоям.

Сосново-березовые древостои одновременно могут иметь в своём составе такие породы, как ель, ольха, осина, дуб. Однако в наибольшей степени участия достигает береза повислая. Доля её в составе смешанных сосняков колеблется в широких пределах.

Изучение распространённости сосново-березовых насаждений проводилось на модельных лесхозах (всего 49). Просматривались характеристики всех выделов. Обследованная площадь составляет 10,3 % (723,7 тыс. га) от всей лесопокрытой площади, в том числе по областям: Брестская – 6,3 %; Витебская – 18,7 %; Гомельская – 11 %; Гродненская – 8,8 %; Минская – 8,6 %; Могилевская – 6,7 %. Количество сосново-березовых древостоев в республике показано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Количество смешанных древостоев сосны с березой

Область	Насаждения, % от покрытых лесом		Итого	
	сосново-березовые	березово-сосновые	тыс.га	в процентах
Брестская	16,1	2,9	211,1	19,0
Витебская	14,0	4,3	218,4	18,3
Гомельская	16,6	3,8	330,2	20,4
Гродненская	10,8	2,3	99,6	13,1
Минская	17,5	2,5	281,6	20,0
Могилевская	23,4	4,1	261,0	27,5
Итого	16,6	3,3	1 401,9	19,9

Из этих данных видно, что смешанные древостои из сосны и березы широко распространены в республике составляя 1,4 млн. га площади. Они составляют более четверти площади, занимаемой соответствующими породами.

Проведенный анализ показал, что совершенно чистые сосняки составляют 53 % от общей площади сосновых древостоев. Относительно чистые (9 и 8 единиц в составе) занимают 25,6 % площади, смешанные – 21,4 % (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Распределение площади (га) сосновых древостоев в зависимости от доли участия главной породы (%)

Республика Беларусь	Доля сосны в составе насаждения								Всего
	100	90	80	70	60	50	40	30 и <	
В процентах	53,0	13,3	12,3	3,3	5,6	4,8	2,2	0,5	100

Наиболее представлены смешанные древостои в молодняках и средневозрастных насаждениях. С увеличением возраста примесь берёзы уменьшается. К приспевающему возрасту преобладают уже чистые сосняки. Об этом свидетельствует средний возраст чистых насаждений, равный 53–58 годам в пределах отдельных лесхозов. Средний возраст насаждений, в которых доля сосны составляет 50–60 % и равна 42–45 годам.

Береза находится в смешении с сосной практически во всех типах леса, начиная от сухих и заканчивая сырыми и мокрыми. Но в наибольшей степени сосновые и сосново-березовые насаждения сосредоточены в мшистых и черничных типах леса. Они занимают разнообразные почвенные разности по механическому составу и по характеру увлажнения. Чаще всего они встречаются на связных песках, подстилаемых рыхлыми песками, обычно I и II классов бонитета.

Мшистый тип широко распространен на песках и супесях, подстилаемых песками, здесь он обычно I класса бонитета. Подлесок наиболее богат на супесях. Он состоит из рябины, крушины, лещины, бузины. Состав живого напочвенного покрова небогат и характеризуется преобладанием мха Шребера, дикранума, брусники, вереска. Подрост состоит из березы, дуба и осины, наиболее густой и равномерный на супесях связных. На песках связных подрост редкий, куртинного характера, а на рыхлых песках почти всегда отсутствует или состоит из единичных деревьев березы.

Черничный тип леса сосново-березовых древостоев занимает пониженные и более влажные места с дерново-подзолистыми в разной степени заболоченными песчаными и супесчаными почвами. Подрост состоит из сосны, березы, осины. При невысокой полноте подрост густой, хорошо развит. При высоких полнотах группового характера подлесок состоит из лещины, рябины, крушины. В напочвенном покрове преобладают черника, брусника, мох Шребера, в западинах – кукушкин лен.

Лесообразующими породами на территории Беларуси является береза пушистая и береза повислая, произрастающая на бедных сухих и свежих почвах суходолов, где не встречается береза пушистая.

Различие между этими породами заключается в том, что они по-разному реагируют на степень увлажнения. Все типы леса березы повислой являются производными фитоценозами. В типологическом отношении березовые леса наиболее разнообразны, поскольку могут сменять все типы сосновых, дубовых и ясеневых лесов.

Березняк черничный занимает пониженные ровные участки, часто с выраженной кочковатостью. Почвы дерново-подзолистые, оглеенные супесчаные и песчаные, подстилаемые песками. Образует древостой I и II классов бонитета. Подлесок состоит из рябины, крушины, ивы. Черника, брусника и зеленые мхи составляют основной фон напочвенного покрова, встречаются майник, папоротник. Подрост неравномерный, редкий и состоит из дуба, граба, сосны, осины, клена.

Опытные объекты охватывали все разнообразие насаждений на различных почвенных разностях и наиболее распространенных типах леса.

Исследуемые сосново-березовые насаждения занимают почвы как нормального увлажнения, так и заболочиваемые. По механическому составу от рыхлых песков до связных супесей, подстилаемых либо моренными суглинками, либо рыхлыми песками.

В зависимости от сочетания почвообразующих пород, их мощности, рельефа местности выделяется ряд разновидностей дерново-

подзолистых почв, отличающихся друг от друга физико-химическими свойствами, водно-воздушным режимом и другими показателями.

Проведенные обследования произрастающих на территории республики сосново-березовых насаждений показали, что они в основном произрастают на дерново-подзолистых почвах нормального увлажнения.

Береза выступает в качестве сопутствующей породы также у ели и дуба. Смешанные еловые леса встречаются в основном в подзоне широколиственно-еловых лесов и елово-грабовых дубрав, то есть в центральной и северной частях, а как примесь в сосновых лесах распространена повсеместно. Примесь мягколиственных деревьев к сосне и ели характерна практически для всех типов леса. Нередко они образуют ярусные древостои, отличающиеся более высокой продуктивностью фотосинтеза, в них лишь 1–5% света по сравнению с открытым местом достигает поверхности почвы. Лучшее использование солнечного света многоярусными древостоями обуславливается не только рассеиванием его на ярусы, но и складывающимися при этом благоприятными для фотосинтеза температурой и влажностью воздуха, увеличенным количеством  $\text{CO}_2$  в воздухе, так как верхний ярус защищает нижний от перепадов температуры, нижний не допускает поселения травы. Здесь более богатый видовой состав и большее количество микроорганизмов, мезофауны, деятельность которых по разложению отпада и подстилки активнее, чем в простых и чистых древостоях. Глубина распространения корневых систем, в том числе всасывающих корней, и общая их масса в ярусных насаждениях гораздо больше, чем в простых.

Поселение лиственных пород на месте хвойных усиливает процессы биологической аккумуляции органического вещества и минеральных элементов в аккумулятивно-элювиальных почвенных горизонтах. Под хвойными породами в тех же условиях этот процесс слабо выражен при значительном проявлении накопления органического вещества и элементов питания на поверхности почвы в форме лесной подстилки. Лиственным породам присущ более емкий и интенсивный круговорот веществ с закреплением большого запаса питательных элементов в поверхностном минеральном горизонте, а не в лесной подстилке.

Однако примесь березы отрицательно влияет на состояние сосны. Чем больше в составе насаждения лиственных и чем моложе насаждение, тем выше процент усохших и заглушенных экземпляров сосны. С повышением в составе доли лиственных деревьев

на одну единицу, в молодняках и средневозрастных насаждениях увеличивается средний диаметр сосны примерно на 0,2 см, средняя высота – на 0,2 м. Это определяется не только почвоулучшающим эффектом березы, а в большей мере, характером фитоценологических взаимоотношений сосны и березы, в результате которых последняя способствует усиленному отмиранию заглушенных тонкомерных экземпляров сосны. При этом рост в высоту сосны, занимающей одинаковое положение в экологической нише сосново-лиственных насаждений разного состава, практически не различается и определяется не общим составом насаждения, а структурой биоценоза. Сосна, занимающая господствующее положение в смешанной биоценозе, в окружении березы растет в высоту и по диаметру лучше, чем в чистой сосновой биоценозе.

Появление смешанных древостоев определяют сукцессионные процессы. Направление развития сообщества сукцессионного типа зависит от видового состава нижних ярусов и от заноса семян древесных растений, а также от их приживания под пологом верхнего яруса. Так, количественное участие видов в первом ярусе сукцессионных лесов определяет современную структуру ценозов и отражает влияние хозяйственной деятельности на сообщество в прошлом. Второй ярус характеризует направленность перестройки современного первого яруса в ближайшем будущем вследствие замещения отмирающих старых деревьев более молодыми.

Появление и развитие смешанных дубовых насаждений определяет характер возобновления вырубок и последующие ухода за насаждениями.

В настоящее время и в будущем дубовые древостои (чистые и смешанные) будут создавать в основном на вырубках. Естественное возобновление дуба будет идти недостаточно интенсивно. В последнее время при разработке лесосек применяются тяжелые механизмы, что существенно повлияло на возобновление вырубок. В связи с этим представляет лесоводственный интерес успешность естественного возобновления на вырубках подгонных (спутников дуба) пород. Появление смешанных дубовых древостоев определяется наличием естественного возобновления спутников дуба и качества дубовых компонентов в культурах.

Качество культур дуба в значительной мере определяется соотношением числа растений высших и низших классов развития. Отставание в росте может быть обусловлено естественными биологическими качествами сеянцев – слабая жизнеспособность и энергия ро-

ста, недостаточное развитие корневой системы, а также причины технологического порядка, т. е. качество самой посадки.

Рассматривая смешанные насаждения Беларуси приходим к выводу, что климат, условия произрастания и хозяйственная деятельность лесхозов способствуют появлению и развитию именно смешанных насаждений. Поэтому приводить показатели комплексной продуктивности лесов следует с учетом наличия не только чистых, но и смешанных древостоев.

**Модели динамики смешанных насаждений.** Ресурсы смешанных древостоев весьма важны, но их изучение начато позднее, чем чистых. Первые таблицы динамики смешанных древостоев появились более ста лет назад, но интенсивное изучение началось лишь в послевоенное время. Вызвано это как техническими трудностями (об этом ниже), так и сложившимся мнением, что сведения о запасах в смешанном древостое можно получить из таблиц хода роста для чистых насаждений. К концу прошлого тысячелетия пришло осознание важности изучения динамики смешанных древостоев как ресурса и объекта хозяйственной деятельности.

Ранее отмечено, что доля смешанных (простых и сложных) насаждений в лесном фонде Беларуси превышает 60 %. Их изучение труднее, т. к. кроме учета породы, бонитета, полноты и густоты здесь появляется сильно варьирующий фактор – динамика породного состава. Поэтому количество т. х. р. для смешанных древостоев на порядок меньше, чем для чистых насаждений.

В Беларуси основные работы по этой проблеме развернулись лишь в 70-е годы прошлого века. В Институте леса проведены большие исследования, которые продолжались с 1976 по 2015 годы. Разработаны таблицы динамики для сосново-еловых, сосново-березовых, елово-лиственных и других древостоев. Ниже для сокращения мы ограничимся описанием методических подходов при исследовании динамики смешанных древостоев данными о сосново-березовых фитоценозах как наиболее распространенных в наших лесах. При этом следует помнить, что динамика древостоев зависит от уровня хозяйственного воздействия. Для Беларуси, где ведется интенсивное хозяйство, этот фактор учтен.

На основании изложенного отметим, что отдельные таблицы хода роста можно классифицировать по разным признакам: по району произрастания, по бонитету, по типу леса, густоте, полноте и т. д. Важно, чтобы насаждения, описываемые одной таблицей, во все периоды своей жизни были классифицированы одинаково. Для сме-

шанных насаждений распространение получили т. х. р. для нормальных древостоев, т. е. произрастающих при полноте 1,0.

Приступая к исследованию хода роста насаждений, необходимо, прежде всего, представить зависимость хода их роста от различных факторов внутренней и внешней среды произрастания. Из упомянутых факторов отметим следующие:

- древесная порода;
- возраст насаждения;
- его происхождение (семенное, порослевое);
- условия местопроизрастания;
- физико-климатические условия (области роста);
- степень полноты насаждения;
- режим хозяйства.

Важнейшим вопросом при изучении хода роста насаждений является выбор объектов. При этом особое внимание должно быть обращено на их однородность по всем признакам, обуславливающим ход роста, но различающимся по возрастам.

В отношении выбранных объектов обязательным требованием является принадлежность их к одному естественному ряду роста и развития. Объекты разных возрастов по своим таксационным признакам должны представлять собой одно и то же насаждение, но в разные периоды его роста. Следовательно, объекты одной и той же породы при одинаковых условиях местопроизрастания должны быть однородны по биологическим и экологическим показателям, а различаться лишь по возрастам. При этих условиях они составят звенья одного естественного ряда. Результаты, полученные при таком исследовании (средние значения таксационных признаков, включенные в таблицы хода роста), будут характеризовать последовательные стадии развития одного и того же среднего насаждения.

Для смешанных древостоев важно определиться с составами в разном возрасте. Смешанным считается насаждение (например, сосново-березовое) при составе от 9С1Б до 9Б1С. Здесь мы видим 9 вариантов состава. Такое количество т. х. р. для смешанных древостоев сосны с березой избыточно, да и технически и экономически нецелесообразно. Поэтому выбирают 2–3 варианта состава. Часто показатели состава в смешанном древостое сводятся к одному варианту. В этом случае по материалам учета лесного фонда определяют модальные составы в разном возрасте. Ниже приведем модели, показывающие динамику составов, сумм площадей сечений и запасов. Конкретные величины этих показателей есть в нормативных справочниках.

Доля отдельных пород в составе сосново-березовых насаждений найдена с помощью разработанных нами моделей. Полученные модели использованы для разработки таблиц хода роста названных насаждений.

Смешение сосны с березой происходит естественным путем на лесосеках почти во всех типах леса. Самосев березы появляется и в посадках лесных культур на сосновых вырубках. К 5–7 годам участие березы в составе (в основном за счет самосева) достигает критических величин, и насаждение не соответствует нормативным требованиям по количеству деревьев главной породы. Правда, есть мнение, что береза тоже имеет большую ценность. Она востребована на рынке как ценное сырье для производства фанеры и высокосортной бумаги. В скандинавских странах, где выпускается много высокосортной бумаги, существует недостаток березовых сортиментов, их закупают по импорту и проводится целенаправленное увеличение доли этой породы в лесном фонде. Имеются предложения придать березе, произрастающей в наших лесах, статус главной породы, хотя с этим согласны не все.

В силу сказанного представляет интерес проанализировать изменение состава смешанных сосново-березовых древостоев, особенно в возрасте молодняков.

Динамика доли каждой из пород в составе насаждений является весьма изменчивой величиной. Поэтому определение возрастной динамики состава древостоя может быть сделано только по данным периодических наблюдений на постоянных опытных объектах или по анализу большого статистического материала, подобранного методом случайной выборки.

Проведенный анализ динамики соотношения пород в сосново-березовых древостоях показал, что доля сосны в составе насаждения связана с площадью роста деревьев и соотношением первоначального числа стволов каждой породы. Коэффициент корреляции ( $R$ ) составляет здесь от 0,53 до 0,71. Изменения имеют возрастную динамику ( $R = 0,40–0,88$ ). На основе этого были найдены корреляционные зависимости числа стволов каждой породы от ее возраста ( $R^2 = 0,74$ ), позволившие построить прогнозные модели изменения состава.

$$S = 52,513 - 6,424 \cdot \ln(A) + 14,699 \cdot (N_s/N_b), \quad (3.4)$$

$$S = 32,08 + 0,326 \cdot P + 13,44 \cdot (N_s/N_b), \quad (3.5)$$

где  $S$  – доля сосны в составе (%);

$A$  – возраст породы (лет);

$P$  – площадь роста деревьев ( $m^2$ );

$Ns/Nb$  – соотношение численности сосны и березы.

Расчеты показывают, что в насаждениях, где сосна преобладает по высоте и численности, при площади роста деревьев от 5 до 25  $m^2$  состав формируется в пользу сосны.

В насаждениях, где береза находится в верхнем пологе (когда кроны березовых деревьев растут плотным пологом, превышая сосновую часть насаждения по высоте на 1,5–2 и более метров) происходит формирование состава в пользу сосны (доля в составе 45 % и более). В насаждениях, где сосна и береза имеют примерно одинаковые высоты и их кроны располагаются в одном пологе формирования насаждений с преобладанием сосны, возможно также при редком стоянии деревьев (площадь роста от 10  $m^2$  и более). При меньшей же площади роста сосна снижает свое участие в составе до единичного уровня.

Модели сумм площадей сечений сосны ( $G$ ) и березы ( $G_1$ ) вычислены, как это принято в лесной таксации, в зависимости от средней высоты ( $H_S$ ) и доли участия в составе сосны ( $S$ ) и березы ( $S_1$ ) и отражаются следующими уравнениями (при коэффициенте множественной корреляции 0,74 и объяснимой дисперсии 55 %):

– сосновая компонента насаждения

$$G = 12 + \exp(\ln((3,37))) + (-0,68) \cdot \ln(H_S) + (0,3) \cdot \ln(H_S) \cdot \ln(S); \quad (3.6)$$

– березовая компонента насаждения

$$G_1 = \exp(\ln((5,2))) + (-0,91) \cdot \ln(H_S) + (0,31) \cdot \ln(S) \cdot \ln(H_S). \quad (3.7)$$

Изменение суммы площадей сечений сосны ( $G$ ) и березы ( $G_1$ ) в зависимости от средней высоты ( $H$ ) и доли участия в составе сосны ( $S$ ) и березы ( $S_1$ ) в насаждениях с полнотой 0,7 отражается следующими уравнениями (при коэффициенте множественной корреляции – 0,67 и объяснимой дисперсии 57 %):

– сосновая компонента насаждения

$$G = \exp(\ln((1,71))) + (-1,17) \cdot \ln(H) + (0,44) \cdot \ln(H) \cdot \ln(S); \quad (3.8)$$

– березовая компонента насаждения

$$G_1 = \exp(\ln((3,7))) + (0,607) \cdot \ln(H) + (-0,012) \cdot \ln(S_1) \cdot \ln(H). \quad (3.9)$$

Анализ изменения функций показывает, что при доле участия породы в составе от 90 до 100 % величины площади сечений стволов сосны и березы близки к данным таблиц хода роста в интервале от 5 до 20 м: максимальное отличие до 15–17 %. При больших средних высотах сосновая часть смешанного древостоя показывает большие величины суммы площади сечений против чистых насаждений, а березовая меньшие. Это свидетельствует о доминировании сосны в сосново-березовом древостое после 50 лет. По абсолютной величине площадь сечения стволов сосновой части выше чем у березовой.

Аналогично происходит накопление площади сечений стволов сосны и березы в насаждениях изреженных рубками (до примерного уровня полноты в 0,7). Это часто встречающееся значение величины полноты, остающейся после проведения рубок ухода. Береза в возрасте жердняка вырубается интенсивнее сосны, и ее полнота подвержена большим колебаниям. При малой доле участия в составе накопление площади сечений сосной резко снижается и становится меньше, чем у березовой части древостоя.

Кроме приведенных уравнений для оценки продуктивности древостоя требуется исследовать прирост по диаметру и запасу и разработать соответствующие модели. Они наиболее полно отражают результат внешних воздействий на развитие древостоя. Чаще всего при обосновании экологических, экономических и лесохозяйственных проблем используют текущий прирост по объёму стволовой древесины.

Снижение темпов накопления диаметра сосной происходит неравномерно по возрастным периодам. Наиболее активно влияние березы сказывается на стадии смыкания полога, примерно в 13–15 лет. С повышением возраста это влияние снижается.

Корреляционная связь прироста диаметра с размером ствола находится в пределах  $R = 0,7-0,82$ . На нее значительное влияние оказывает изменчивость прироста. В смешанных с березой биогруппах наблюдается уменьшение амплитуды изменений замеренного прироста, что приводит к увеличению тесноты связи в зависимости его от диаметра. В чистых же по составу биогруппах прирост диаметра изменяется в больших пределах по грациям толщины деревьев, что влечет за собой снижение уровня коррелированности этих показателей. Это косвенно свидетельствует о более низком уровне конкурентных взаимоотношений между деревьями сосны, чем в смешанных биогруппах.

Далее был проведен расчет аналитической зависимости прироста сосны по радиусу от диаметра березы и среднего расстояния между ними:

$$R = -1,198 + 0,01 \cdot x + 8,218 \cdot y + 0,031 \cdot x^2 - 0,331 \cdot xy - 0,856 \cdot y^2, \quad (3.10)$$

где  $r$  – прирост сосны по радиусу (мм/5 лет);

$x$  – расстояние от сосновых до березовых деревьев (м);

$y$  – диаметр березы (см).

При большой доле участия березы (от 60 % до 90 %) в насаждении проявляется ее угнетающая роль на прирост сосны, что заметно после 20 лет совместного произрастания. Накопление стволовой древесины сосной снижается в среднем на 20–40 % в зависимости от состава.

Полученная величина множественного коэффициента корреляции взаимообусловленных изменений объёмного прироста сосны и березы, ранга и возраста деревьев при различной доле участия пород в составе (от 10 до 90 %) показала, что изменения ранга дерева и его объёмного прироста довольно тесно взаимосвязаны ( $R = 0,68–0,70$ ). Возрастные особенности деревьев слабее обуславливают изменчивость прироста деревьев ( $R = 0,27–0,38$ ). Это связано с накопленной ошибкой многоступенчатых вычислений показателя объёмного прироста. Расчет показателя множественной корреляции проведен для уровня значимости 0,05.

Для расчетов объёмного прироста употребляется такой показатель, как отношение прироста по объёму к приросту по диаметру. Его изменение оказалось тесно связанным с диаметром ствола на высоте 1,3 м и его возрастом ( $R^2 = 0,79–0,86$ ) для насаждений с различной степенью участия сосны и березы и уровня производительности. Это позволяет использовать его с приемлемым приближением при расчетах объёмного прироста древесины в сосново-березовых древостоях различного состава.

Используя полученные ранее модели изменений средних высот и суммы площадей сечений, был проведен расчет запаса древесины для вышеобозначенных насаждений в рамках возрастного периода и доли участия породы в составе, которые показаны в соответствующих справочниках. Все вышеизложенное показывает большое значение смешанных древостоев для оценки ресурсов леса.

### 3.4 Оптимизация выращивания насаждений

**Оптимизация выращивания леса как основная задача лесного хозяйства.** Основной задачей лесного хозяйства является воспроизводство и выращивание максимально возможного количества древесины и других продуктов и полезностей леса. Потребность

в этой продукции постоянно возрастает. Хотя современные объёмы лесозаготовок достигли почти 22 млн. м<sup>3</sup>, но следует учитывать, что около 7 млн. м<sup>3</sup> древесины заготовлено в 2020 году по прочим рубкам. Эту дополнительную древесину следует рассматривать не как результат хорошей работы лесоводов, а следствием ликвидации стихийных бедствий, обрушившихся на наши леса.

Мы с удовлетворением отмечаем постоянное увеличение запасов древесины, которые приближаются к 2 млрд. м<sup>3</sup>. Но при этом не надо забывать, что рост запасов происходит за счет увеличения площадей лесов и повышения среднего возраста насаждений. Наши насаждения вступили в тот возрастной период (преобладают средневозрастные), когда достигается максимальный прирост. Дальнейшее повышение среднего возраста закономерно приведет к уменьшению совокупного прироста запасов наших лесов.

Наиболее объективным показателем продуктивности древостоев был и остается запас на одном гектаре и прирост конкретных насаждений. При этом данные показатели должны рассматриваться в динамике, т. е. быть максимально возможными для каждого возрастного периода в жизни насаждения.

Известно, что разные породы обладают неодинаковой продуктивностью. В то же время потребности народного хозяйства вынуждают выращивать все древесные виды, произрастающие в наших лесах. Поэтому формирование оптимального породного состава является одним из факторов повышения продуктивности лесов.

Важное значение для организации непрерывного, неистощительного и относительно постоянного пользования имеет оптимальная возрастная структура лесов.

Запас насаждения на единице площади зависит от полноты древостоя. От этого же показателя сильно зависит и текущий прирост. Оптимизация текущего прироста в динамике – одна из основных задач лесоводов. В настоящее время лесное хозяйство удовлетворяет потребности страны в древесине и других ресурсах леса. Однако в будущем в связи с возрастающим спросом на продукцию леса ситуация может измениться. Уже сегодня предприятия деревопереработки в ряде случаев испытывают дефицит качественного сырья. Появляется необходимость увеличения доли экспорта. Это мы наблюдаем в соседних странах. Например, Польша уже имеет дефицит древесины и частично ее импортирует.

Из изложенного следует, что повышение продуктивности лесов актуально. Ниже рассмотрим наиболее доступные в настоящее время такие методы.

**Оптимальная породная структура лесов.** В настоящее время проблемой является неудовлетворительная породная структура лесов. Негативным явлением в лесном хозяйстве страны стало то, что за последние 30–40 лет ухудшился породный состав насаждений. Так, площади сосняков и ельников с 1978–1991 гг. до настоящего времени уменьшились почти на 10 %, в т. ч. сосна с 59 до 50,5 %. Не возросла доля дубрав. Примерно на 14–15 % увеличилась площадь березовых древостоев. Причиной такому явлению стало недостаточное внимание к созданию лесных культур в 80–90-е годы прошлого века. Тогда сократили объёмы посадки лесных культур. Вырубки восстанавливались в основном мягколиственными породами. Уход за насаждениями проводился в недостаточных объёмах. Положение улучшилось примерно 15–20 лет назад, однако проблема остаётся нерешённой.

Формирование оптимальной породной структуры лесов до сих пор остается предметом дискуссий. Оптимальную породную структуру в лесах Беларуси определяли разные авторы: Ф. П. Моисеенко, И. Д. Юркевич, А. В. Неверов, В. Я. Гоев, В. Е. Ермаков и др. Их рекомендации отличаются в доле участия разных пород в составе лесного фонда. Но рекомендации всех авторов сходятся в главном: в лесах Беларуси должны преобладать хвойные (70–77 %) и твердолиственные (7–12 %) древесные виды. Учёные подходили к формированию возрастной структуры с разных позиций: хозяйственной ценности пород, экономики заготовки и переработки древесины, условий местопроизрастания и лесной типологии, сохранения биологического разнообразия и т. д. Нами на основе экономического и лесоводственного анализа определена оптимальная породная структура лесов Беларуси (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Оптимальная породная структура лесов Беларуси (в процентах от площади земель, покрытых лесом)

Порода	Процентная доля породы		
	минимум	максимум	среднее
1	2	3	4
С	62	65	63
Е	7	8	7,5
Л	0,5	1	0,5
Итого хвойных	69,5	74	71
Д	6	7	7
Яс	1	1	1
Кл	0,5	0,5	0,5

## Окончание таблицы 3.3

1	2	3	4
Прочие т/л	0,5	0,5	0,5
Итого т/л	8	9	9
Б	8	9	8
Ос	1	1	1
Ол.ч	7	8	8
Ол.с	0,5	0,5	0,5
Лп	0,5	0,5	0,5
Итого м/л	17	19	18
Гр	1	1	1
Прочие	1	1	1
ВСЕГО			100

Для достижения оптимального породного состава при целенаправленной работе лесоводов потребуется не менее 30–40 лет. В соответствии со «Стратегическим планом развития лесного хозяйства до 2030 года» к концу рассматриваемого периода породная структура лесов должна несколько улучшиться. Доля сосны возрастет на 5–6 %, процентное участие ели несколько уменьшится из-за глобального потепления (на 1–2 %) и ее место займут дуб, лиственница и сосна. Относительное количество твердолиственных возрастет до 5–6 %, в основном за счет дуба. Следовательно, уменьшится доля мягколиственных (в основном березы) на 15–18 %.

Следует упомянуть о внедрении в наши леса быстрорастущих древесных пород. В послевоенное время предпринимались попытки внедрить в лесные экосистемы различные виды тополей, псевдотсугу и другие древесные виды. Практика их выращивания показала необоснованность введения этих пород. Единственным древесным видом, который показал положительные результаты, стала лиственница европейская. Значительные посадки лиственницы проведены в 60-е годы прошлого века. Большинство этих насаждений не сохранилось. Дело в том, что лиственница – весьма светолюбивая порода. Она совершенно не переносит затенения. Растет же лиственница в относительно богатых почвенных условиях, где испытывает большую конкуренцию со стороны мягколиственных пород. Молодые лиственничники требовали интенсивного ухода. При отсутствии достаточного количества рабочих в лесхозах и средств механизации провести такие ухода оказывались невозможными, и лиственница погибала, но частично она сохранилась. Было доказано, что лиственница сибирская не имеет преимуществ перед сосной. Лиственница

европейская росла быстро: в соответствующих условиях произрастания к 60 годам она соответствовала соснякам в возрасте 90 лет по росту в высоту и накоплению запасов. Поэтому в конце 90-х годов прошлого века по инициативе руководителя лесной отрасли (Н. К. Крука) была принята программа по внедрению в лесной фонд лиственницы европейской. Предполагалось довести ее участие почти до 1 % в составе белорусских лесов. Но постепенно эта программа свернулась и до конца не доведена.

Для достижения оптимального породного состава лесов требуется большая и напряженная работа лесоводов в течение 30–50 лет.

**Оптимальная возрастная структура насаждений Беларуси.** Среди первоочередных проблем лесного хозяйства, относящихся к повышению продуктивности лесов и увеличению размеров лесопользования, одно из первых мест занимает оптимизация возрастной структуры древостоев. Из лесоустроительной теории известно, что наиболее рациональная возрастная структура имеется в «нормальном» лесу. Именно такая возрастная структура обеспечивает непрерывность, неистощительность и относительное постоянство лесопользования в пределах отдельных лесхозов. Такое распределение древостоев по классам возраста позволяет решить одну из важнейших задач, стоящих перед лесным хозяйством – максимальное использование природного потенциала и продуктивности лесных земель. По самым скромным подсчетам лесное хозяйство недополучает 30–40 % потенциального урожая древесины в силу отличия породной и возрастной структуры лесов от оптимальной и невысокой полноты приспевающих и спелых древостоев.

К сожалению, возрастная структура лесов Беларуси (как и в большинстве зарубежных стран) почти никогда не соответствовала теории нормального леса. Поэтому для организации рационального лесопользования применяются разнообразные методы установления расчетных лесосек. Эти методы далеко не идеальны, и лесоводы постоянно стремятся выровнять возрастную структуру лесов.

Распределение древостоев по группам и классам возраста зависит от принятого возраста рубки. Определение возрастов и оборотов рубки – это отдельная и сложная проблема, которую здесь не рассматриваем. Отметим, что в Беларуси возрасты рубок приняты директивным путем и действуют около 40 лет. Возрасты рубки у нас относительно стабильны, оптимальная возрастная структура лесов Беларуси, в среднем, для эксплуатационных лесов и лесов экологической направленности (защитные и т. п.) (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Оптимальное распределение древостоев по классам возраста

Порода	Возраст рубки	Классы возраста									Итого
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Леса экологического значения											
С, Е	101	18	17	17	16	16	16	–	–	–	100
Д, Яс, Кл	121	16	15	14	14	14	14	13	–	–	100
Б	71	14	13	13	12	12	12	12	12	–	100
Ос, Ол. с	41	22	21	20	19	18	–	–	–	–	100
Ол. ч	61	16	15	14	14	14	14	13	–	–	100
Лп, Гр	81	13	12	11	11	11	11	11	10	10	100
Эксплуатационные леса											
С, Е	81	22	21	20	19	18	–	–	–	–	100
Д, Яс, Кл	101	18	17	17	16	16	16	–	–	–	100
Б	61	16	15	14	14	14	14	13	–	–	100
Ос, Ол. с	41	22	21	20	19	18	–	–	–	–	100
Ол. ч	41	18	17	17	16	16	16	–	–	–	100
Лп, Гр	71	15	14	12	12	12	12	12	11	–	100

При расчете необходимо учитывать возможные неблагоприятные события природного характера: буреломы, усыхания, повреждения вредителями и т. д. Поэтому площадь молодняков обычно принимается несколько большей, чем насаждения других возрастных групп.

Современная возрастная структура лесов сложилась и в результате огромных вырубок в прошлом. В настоящее время она значительно улучшилась, хотя спелых древостоев еще недостаточно. Для некоторых пород их количество находится в пределах нормы или имеется даже избыток (осина). Наиболее остро стоит проблема молодняков, особенно для хвойных.

К 2030 году можно ожидать оптимальных площадей приспевающих и спелых древостоев, но еще будет недостаток молодняков. Сегодня общий запас древесины в наших лесах близок к 2 млрд. м<sup>3</sup>. Это позволяет с оптимизмом смотреть на перспективы лесопользования в Беларуси.

**Оптимизация прироста древостоев.** Главной задачей лесоводов является выращивание максимально продуктивных насаждений. Максимальное количество ресурсов и полезностей леса обычно достигается при наличии наибольших запасов древесины в соответствующем возрасте. Формирование древесного запаса определяет текущий прирост насаждения.

Закономерности динамики прироста по запасу хорошо изучены. Они начинаются с нулевой отметки, в начале роста идет его медлен-

ное увеличение, затем (обычно это 2–3 классы роста) скорость роста значительно возрастает, достигая максимума обычно в средневозрастных древостоях. В старшем возрасте наблюдается постепенное снижение прироста, вплоть до его прекращения в перестойных насаждениях. Влияние ряда факторов – почвенное плодородие, водный режим и т. д. – в основном однозначно, и они пока не могут регулироваться. Наиболее сложные зависимости наблюдаются между приростом и полнотой. Следует учитывать, что полнота – регулируемый показатель, и это имеет важное значение для оптимизации выращивания древостоев. Известно, что полнота имеет тесную корреляцию с густотой древостоя. При снижении полноты обычно уменьшается количество деревьев на один гектар. При этом оставшиеся деревья получают больше света и элементов почвенного питания. Названные противоположные тенденции и приводят к противоречиям при анализе влияния полноты на прирост.

По данному вопросу долго не было единой точки зрения. Одни авторы (С. Н. Сеннов и др.) утверждали, что снижение полноты неизбежно приводит к уменьшению прироста. Другие (А. М. Кожевников, Ф. П. Моисеенко и др.) доказывали, что в разном возрасте существует своя оптимальная полнота (обычно ниже 1,0), при которой достигается максимальный прирост.

К настоящему времени преобладает точка зрения, что при снижении полноты прирост уменьшается, но не пропорционально темпам снижения полноты, а выражается сложной кривой. Для расчетов связи прироста и полноты обычно применяют соответствующие формулы.

Для определения текущего прироста по запасу древостоев при снижении полноты Г. Герхардтом предложены следующие формулы:

– для теневыносливых пород

$$Z_M^D = Z_M^H (2 - 1 П) П; \quad (3.11)$$

– для светолюбивых пород

$$Z_M^D = Z_M^H (1,7 - 0,7 П) П, \quad (3.12)$$

где  $Z_M^D, Z_M^H$  – текущий прирост соответственно таксируемого и нормально полного древостоев;

$П$  – полнота древостоя.

Эти известные в лесной таксации формулы имеют существенный недостаток: они не учитывают влияние возраста на величину прироста.

Кроме того, они составлены по группам пород, что также снижает их значение. Поэтому изучение связи между приростом и полнотой было продолжено. В результате выявлено, что лишь в редких случаях текущий прирост при снижении полноты уменьшается пропорционально последней. Различие данных, полученных разными исследователями, объясняется неоднородностью опытного материала, разными методами его обработки и применением неодинаковых эталонов полноты 1,0 и др. Дворецкий М. Л. справедливо отмечает, что при изучении влияния полноты на прирост не всегда учитывают качественную разнородность полноты древостоя. Естественная относительная полнота влияет на текущий прирост иначе, чем искусственная, созданная разными рубками и в разное время.

До сих пор влияние полноты на величину прироста изучалось только в чистых древостоях. Смешанные и сложные насаждения исследованы недостаточно. Отсутствие исчерпывающих данных о характере связи текущего прироста с полнотой в древостоях разного состава и возраста в тех или иных почвенно-типологических условиях, при разном хозяйственном режиме вынуждает пользоваться в практической работе обобщенными показателями (таблица 3.5).

Исследования в Литве подтвердили, что в общем виде характер связи текущего прироста по запасу с полнотой выражается параболой второго порядка. Только в редких случаях, например, в перестойных древостоях, эта зависимость может быть описана уравнением прямой линии.

Таблица 3.5 – Текущий прирост сосновых древостоев при разной полноте в долях от прироста нормальных насаждений

Возраст, лет	Полнота							
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
30	1,0	1,06	1,09	1,08	1,03	0,95	0,83	0,68
50	1,0	0,95	0,89	0,82	0,74	0,64	0,54	0,42
70	1,0	0,92	0,83	0,74	0,65	0,55	0,45	0,34
90	1,0	0,91	0,81	0,72	0,62	0,52	0,42	0,32

Темп увеличения  $P_m$  при снижении полноты зависит от породы, возраста и почвенно-типологических условий. Ускоренный темп характерен для теневыносливых пород, а также для древостоев относительно молодого возраста. Для примера в таблице 3.6 показана зависимость прироста от полноты в ельниках.

Таблица 3.6 – Коэффициент, выражающий соотношение между текущим приростом нормальных и неполных ельников разной полноты

Возраст, лет	Полнота						
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
40	1,0	0,945	0,880	0,805	0,720	0,625	0,520
50	1,0	0,941	0,873	0,795	0,709	0,614	0,509
70	1,0	0,935	0,862	0,781	0,692	0,597	0,493
80	1,0	0,933	0,860	0,778	0,689	0,593	0,490

Показанные закономерности позволили ввести понятие *критическая полнота*. Это та полнота, при которой прирост снижается против нормальной полноты не более чем на 5 % во время проведения уходов.

В лесотаксационной литературе имеются противоречивые мнения о точности таблиц прироста, построенных с учетом полноты. Науменко И. М. указывал, что текущий прирост отдельного древостоя определяется по таким таблицам с точностью  $\pm 25\%$ . По мнению А. С. Бабакина, местные таблицы обеспечивают точность  $\pm 10\text{--}15\%$ .

Анализ современной литературы позволяет отметить следующее:

– Оптимальной полнотой, при которой наилучшим образом сочетаются факторы, обуславливающие максимальное накопление высококачественной древесины, является полнота 0,8–1,0.

– Оптимальная полнота зависит от возраста. В тридцатилетних насаждениях при полноте 0,7–0,9 текущий прирост максимальный и превышает в нормальном насаждении на 8–9 %. В 40 лет и старше максимум прироста приходится на полноту 1,0.

– С увеличением возраста снижение полноты ведет к уменьшению прироста, однако до 80 лет темпы уменьшения не пропорциональны интенсивности уменьшения полноты. В насаждениях старше 80 лет абсолютную величину текущего прироста при полноте меньше 1,0 можно определить простым редуцированием прироста, взятого из таблиц хода роста. В более молодом возрасте такое редуцирование всегда преуменьшает величину прироста и тем больше, чем ниже полнота древостоя.

В настоящее время значение учета прироста существенно повышается. В государственных учетах лесного фонда обязательно указывают величину изменения запаса. С повышением интенсивности хозяйства, продуктивности, улучшения качества лесов, значение прироста как универсального оценочного показателя будет возрастать.

Вышесказанные зависимости прироста от полноты показывают необходимость выращивания древостоев при оптимальной полноте.

Это положение пока выдерживается не всегда. Поэтому актуальным становится оптимизация полноты древостоев. Полнота молодняков и средневозрастных насаждений в целом могут нас удовлетворить. Приспевающие и спелые древостои имеют полноты много ниже оптимальных: 0,6–0,5, но из-за невысокой полноты запасы этих насаждений ниже оптимальных на 30–40 %.

При целенаправленной работе лесоводов на исправление положения уйдет не менее 20–30 лет. Учитывая реалии лесного хозяйства, допустимо прогнозировать повышение средней полноты к 2030 году на 0,05–0,06.

Повышение производительности лесов за счет оптимизации породного состава, повышения средней полноты, улучшения возрастной структуры и других мероприятий может на определенном этапе обеспечить увеличение предельного размера лесопользования.

### **3.5 Ресурсы и использование древесных отходов. Древесный отпад**

**Древесные отходы и отпад как сырьевой ресурс.** Почти до конца XX века более половины древесного запаса уходило в расходы. На лесосеке отходами считались ветви и сучья, кора, пни и корни, древесная зелень. При лесопилении пиломатериалы составляли лишь 60–70 % от исходного сырья. Остальная часть относилась к отходам: опилки и обрезки. Постепенно часть отходов стали использовать. В Беларуси с 70-х годов прошлого столетия при разработке лесосек стали учитывать ликвид из кроны. Туда относили крупные ветви и сучья, которые использовали как дрова. В многолесных районах России в отходы шли даже относительно крупные бревна.

Начиная с конца XX века положение изменилось коренным образом. В связи с глобальным потеплением появилась потребность в биотопливе (дровах). Для нужд энергетики сконструированы специальные котлы с высоким коэффициентом полезного действия, где топливом является древесная щепа или опилки. Древесные отходы постепенно превратились в ценное сырье.

На лесосеках появились рубильные машины, которые перерабатывали лесосечные отходы в щепу. Из отходов лесопиления стали изготавливать топливные гранулы – пеллеты. Спрос на них постоянно растет: Европе требуется более 50 млн. т пеллет. Высокий спрос вынуждает делать пеллеты не только из опилок, но и из дровяной и мелкотоварной деловой древесины.

В эту работу активно включились и лесхозы нашего государства. С 2021 года у нас работают более 12 пеллетных заводов.

Использование древесных отходов предусмотрено в планах государства. Шатравко В. Г. отмечает, что долевое участие древесных ресурсов в топливно-энергетическом комплексе Беларуси в 2015 году составило 10,6 млн. м<sup>3</sup> (7,1 %), в том числе заготавливаемых в лесу – 9,1 млн. м<sup>3</sup> (6,0 %), отходы деревообработки – 1,5 млн. м<sup>3</sup> (1,1 %).

Использование лесосечных отходов на вырубках насаждений основных лесообразующих пород для топливно-энергетических целей приводит к дополнительному выносу элементов минерального питания древесных растений, снижению плодородия почвы и производительности будущих насаждений, а также биоразнообразия лесных экосистем.

В связи с этим, необходимо найти решение ряда научно-прикладных задач по изучению в природно-климатических и лесорастительных условиях Беларуси объёма биомассы лесосечных отходов, образующихся при проведении рубок леса в насаждениях основных лесообразующих пород, установление и научное обоснование нормативов их использования с учетом экономических, лесоводственных и экологических факторов.

Пока практически не используется древесина пней и корней из-за больших затрат на их заготовку.

**Запасы лесосечных отходов в лесах Беларуси.** Для нахождения запасов лесосечных отходов разработаны методы определения их объёмов:

- по замерам диаметров и длины;
- по объёму сучьев в складочных;
- через видовые числа сучьев.

Известна формула Шиффеля для определения видовых чисел сучьев:

$$f_c = 0,08 + 10 q_2 + 1,6 Hbt.$$

Затем объём сучьев получают по формуле  $V_c = q_m H f_c$ .

Формулы используют при проведении научных исследований. Голиков В. В. определил объём сучьев, измеряя их диаметры и длину. При этом использовал как простую, так и сложную формулу Губера. Так же поступал и В. Ф. Багинский при вычислении объёмов сучьев в культурах сосны.

В практике объём сучьев находят в складочных мерах и переводят в плотные кубометры с помощью переводных коэффициентов.

Можно определить объём сучьев, обрубив и сложив их с каждого дерева, а затем установить связь

$$V_c = f(D, H) \text{ или } V_c = f(V_d).$$

Величины, полученные разными способами, приведены в разных справочниках.

Определение объёмов и запасов сучьев проводится с меньшей точностью, чем ствольной древесины. Обычно точность здесь не превышает 15–25 % в зависимости от методов оценки. Древесная зелень при ее заготовке (в последнее время она почти не используется) обычно выражается в весовых единицах. Имеются таблицы запасов древесной зелени. Для Беларуси данные в таких таблицах получены профессором А. М. Кожевниковым, профессором Л. П. Смоляком и др. и приведены в справочниках. Объём зелени находят как

$$V_z = f(A, D, H, П).$$

Наиболее полные исследования запаса фитомассы дерева, включая ветви, сучья, корни, листву и хвою выполнили профессор В. А. Усольцев (Екатеринбург) и профессор П. И. Лакида (Киев).

Сведения о наличии коры, сучьев, ветвей, корней и древесной зелени есть в монографии «Комплексная продуктивность земель лесного фонда», которая приведена в списке литературы. Материалы в данной книге приведены по породам и типам леса в динамике – от молодняков до спелых и перестойных насаждений.

Примерные нормативы лесосечных отходов, которые используют для разных расчетов, показаны в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Доля отходов в запасе ликвида (%)

Лик-вид	Сучья и крупные ветви	Пни и корни	Хвоя (листва)	Отком-левка	Кора деловых стволов	Все-го	в т. ч. без	
							хвои и листь-ев	хвои, листь-вы, пней и корней
100	9,5	24,8	4,2	1,0	8,0	47,5	43,3	18,5

При проведении расчетов по нахождению объёмов древесного сырья корни и древесную зелень в настоящее время учитывать не следует по экономическим соображениям.

Использование коры возможно при организации окорки деловой древесины на верхнем складе или в ином месте.

Лесосечные отходы (сучья, ветви) могут быть использованы после их подсушки до влажности в 15–25 %. По биологическим (удобрения) и экологическим (биоразнообразию) причинам на лесосеках в суходольных типах леса вывоз лесосечных отходов не должен превышать 60–65% их массы, включая древесную зелень, т. е. возможна вывозка лесосечных отходов общим объёмом 6–8 % от ликвида. В болотных типах леса доля вывозимых отходов повышается до 85–90 % от их наличия.

Капитальные исследования наличия лесосечных отходов выполнил В. Г. Шатравко.

Им установлено, что на сплошнолесосечных рубках главного пользования биомасса лесосечных отходов на 1 м<sup>3</sup> вырубленной ствольной древесины составляет:

– в сосняках:

а) мшистых – 162 кг;

б) орляковых – 161 кг;

в) черничных – 203 кг;

– в ельниках:

а) кисличных – 645 кг;

б) черничных – 604 кг;

в) орляковых – 726 кг;

– в березняках:

а) кисличных – 56 кг;

б) орляковых – 168 кг;

– в осинниках снытевых – 48 кг;

– в черноольшаниках:

а) крапивных – 58 кг;

б) осоковых – 76 кг;

– в дубравах:

а) кисличных – 74 кг;

б) черничных – 133 кг;

в) орляковых – 46 кг.

При проведении проходных рубок биомасса лесосечных отходов на 1 м<sup>3</sup> вырубленной ликвидной древесины в наиболее распространенных в лесном фонде сосняках мшистых составляет в среднем 122 кг, березняках орляковых – 121 кг, осинниках снытевых – 77 кг, черноольшаниках крапивных – 72 кг; ельниках кисличных и зеленомошных – 418 кг.

При сплошнолесосечных рубках главного пользования в хвойных, мелколиственных и широколиственных насаждениях общая биомасса лесосечных отходов в 2,8 раза выше по сравнению с проходными рубками промежуточного пользования.

Учёным также разработаны нормативы изъятия биомассы порубочных остатков при проведении рубок промежуточного и главного пользования в сосновых, еловых, березовых, осиновых и дубовых насаждениях для экологических и топливно-энергетических целей. Оптимальный объём оставления порубочных остатков на вырубках для повышения плодородия почвы и сохранения биологического разнообразия в хвойных лесах составляет 50–80 %, мелколиственных – 60–80 %, твердолиственных лесах – 80 % от их общей биомассы, образующейся при проведении рубок леса.

Из приведенных материалов видно, что запасы древесных отходов велики, и их использование целесообразно.

Значительные объёмы отходов образуются при лесопилении. Они могут составлять более 50 % от объёма перерабатываемого сырья в зависимости от цели его назначения: распиловка в цель, в обрез, для мебельных заготовок и т. д. Обычный объём лесопиления в Беларуси составляет порядка 4–5 млн. м<sup>3</sup>. При этом образуется около 2 млн. м<sup>3</sup> отходов.

**Древесный отпад.** Величина ежегодного биологического отпада зависит от породы, возраста древостоя и его полноты.

Нормативы ежегодного древесного отпада в зависимости от названных факторов для основных пород Беларуси разработаны в Институте леса и переданы лесоустройству для использования.

При расчете возможного для использования объёма отпада исключены следующие объёмы.

1. В насаждениях, где будут намечены рубки промежуточного пользования, отпад вырубается в соответствии с действующими «Правилами рубок леса ...». Дополнительного расчета древесного отпада здесь не требуется.

2. Для заготовки древесного топлива за счет отпада в древостоях, где указанными «Правилами рубок леса...» рубки не предусмотрены, должны быть разработаны специальные «Правила изъятия древесного отпада для нужд энергетики». До введения в действие таких правил вырубка отпада будет здесь незаконной.

3. Величина возможного к вырубке отпада уменьшается за счет исключения лесных насаждений, расположенных в труднодоступных местах, на особо охраняемых природных территориях. Объём до-

ступного отпада меньше биологического. Уменьшение происходит за счет следующих факторов:

а) по экономическим и биологическим соображениям в лесу должно оставаться до 40 % отпада;

б) при себестоимости заготовки и трелевки отпада, превышающей его отпускную цену: молодняки I класса возраста и др.;

в) экономически целесообразно проводить уборку и вывозку отпада в насаждениях 1 раз в 4–6 лет. В этом случае убирается накопившийся отпад за 2–3 года (в зависимости от породы и условий местопроизрастания сухостой может находиться на корню в течение 1–4 лет), а также вырубается отпад, который произойдет в ближайшие 2–3 года. Здесь нет уверенности безошибочности выбора, однако возможно спрогнозировать ситуацию. При этом в отпад идут деревья 1 класса роста на 100 %, 4 – на 80 %, остальные классы роста составляют в зависимости от возраста, бонитета, полноты в общем объеме отпада до 20–30. %.

При вырубке отпада в эксплуатационных лесах в хвойных и березовых древостоях 2–4 классов возраста, в твердолиственных 2–5 классов возраста с периодичностью 4–6 лет, мы можем обеспечить его рентабельную заготовку.

В целом доля древесного отпада, пригодного к заготовке в виде топлива, в 2 раза меньше биологического. В перспективе может оказаться возможным вырубать и вывозить объем отпада в 1,5 раза меньше его биологических запасов.

Учет древесного отпада имеет свои особенности. Казалось бы, что учесть потенциал древесного отпада несложно: показатели отпада есть во всех таблицах хода роста. Дело в том, что в отличие от значений других таксационных показателей, которые установлены на основании обмеров и являются относительно точными, то отпад получен расчетным путем и с большими погрешностями. В таблицах более позднего времени (70–80-е годы XX века), когда отпад вычисляли на основе измерения текущего прироста, эти величины близки к истине, но существует вероятность значительных ошибок в силу того, что отпад не рассматривали как экономический ресурс.

Следует отметить большую работу в этом направлении, проведенную Институтом леса НАН Беларуси и Гомельским государственным университетом имени Ф. Скорины.

Величины ежегодного отпада, полученные разными авторами, отличаются. Наибольшие значения достигают 30–32 млн. м<sup>3</sup>, минимальные значения – 9–10 млн. м<sup>3</sup>. По данным Института леса НАН Беларуси (А. Д. Самусев, 2011), стоящий на корню доступный

отпад в наших лесах составляет 32 млн. м<sup>3</sup> при его образовании до 9 млн. м<sup>3</sup>/год. Подчеркнем, что по А. Д. Самусеву это доступный отпад, а общий намного выше. Учёный пишет, что его использование может сократить потребление газа на 11–12 %.

По нашим исследованиям упомянутые цифры завышены. Величина в 32 млн. м<sup>3</sup> – это теоретический отпад, который может образовываться на всей площади лесов в нормальных насаждениях. Но нормальных древостоев у нас мало – около 5–6 %, сосредоточенных в основном в молодняках. В модальных древостоях биологический отпад ниже в несколько раз. В лесах Беларуси годовой отпад не превышает 12–15 млн. м<sup>3</sup>/га. Количество доступного будет меньше в 1,5–2 раза, т. е. 6–8 млн. м<sup>3</sup>.

Авторы разработали модель изменения отпада с уменьшением полноты. В отличие от данных А. Д. Самусева, который пишет, что отпад в средне- и низкополнотных древостоях примерно такой же, как и в высокополнотных из-за усиления ветра, наши материалы показывают, что, хотя отпад идёт и в низкополнотных древостоях, но его величина существенно ниже. Снижение интенсивности отпада с понижением полноты описывается уравнениями вида гипербол, т. е. сразу идет резкое уменьшение отпада, а затем темпы уменьшения отпада замедляются. Для примера в таблице 3.8 показано изменение величины отпада для сосновых древостоев II класса бонитета.

Таблица 3.8 – Отпад в сосновых древостоях II класса бонитета

Возраст, лет	Отпад (м <sup>3</sup> /га) при полноте				
	1,0	0,9	0,7	0,5	0,4
30	4,2	3,2	1,8	1,3	1,0
40	4,6	3,6	2,2	1,4	1,2
50	4,5	3,7	2,4	1,7	1,5
60	4,2	3,4	2,1	1,5	1,5
80	3,9	3,1	2,0	1,4	1,3
100	3,4	2,8	1,9	1,3	1,2

Но рассчитать теоретический объём отпада недостаточно. Его общая величина на всей площади лесов государства большая, так как в среднем на 1 га образуется 1,5–2,5 м<sup>3</sup> отпада. Поскольку обычно в отпад поступают мелкие деревья, то при визуальном осмотре, особенно не специалистами, это создает общую неприглядную картину, и создается впечатление, что сухостоя в лесу очень много, и резервы его заготовки неограниченные. Вспоминается выступление на вы-

ставке «Лесдревтех» в 2008 году молодого научного сотрудника, представителя «Минэнерго», которая предлагала места для строительства новых ТЭЦ на древесном сырье. На вопрос о сырьевой базе последовал ответ, что по сведениям районных администраций сухостоя и валежника в лесах немерено, и это исключает беспокойство о сырьевой базе. На самом деле это не так.

Имеет значение и экономическая сторона проблемы. Расчеты показывают, что себестоимость заготовки отпада при его запасах от 1 до 3–4 м<sup>3</sup> на гектар с учетом небольшого объема хлыста убыточна. В ряде мест, особенно в пониженных условиях произрастания, возникают проблемы с его трелевкой и транспортировкой. Добавим сюда экологические проблемы: сохранение плодородия лесных почв, биоразнообразия. В результате окажется, что реальные объемы заготовки отпада снижаются до 6–9 млн. м<sup>3</sup>/год.

Для увеличения заготовки топлива за счет отпада надо выполнить ряд дополнительных мероприятий. Не следует забывать, что сегодня при проведении рубок промежуточного пользования вырубается около 2,5 млн. м<sup>3</sup> отпада. Остается 3–6 млн. м<sup>3</sup>, что эквивалентно 0,6–1,0 млн. т условного топлива (т. у. т.). Как его взять?

Поскольку заготавливать по 2–4 м<sup>3</sup>/га отпада невыгодно, то следует разработать специальные правила, которые условно можно назвать «Правила вырубki отпада». При отсутствии таких правил могут возникнуть проблемы в процессе обоснования правомерности этой рубки, так как вырубка отпада, если он выбирается повсеместно, будет вестись при разной, в том числе невысокой, полноте, что не допускается действующими правилами рубок.

В зависимости от породы и условий произрастания отпад может сохраняться в пригодном для топлива виде (от 2 до 4 лет). При этом целесообразно при рубке выбрать потенциальный отпад на 2–3 года вперед. Конечно, определить будущий отпад со 100 %-ной уверенностью нельзя, но предугадать возможно. Это потребует от специалистов более высокой лесоводственной квалификации.

В таком случае лесоводы будут вырубать на 1 га 12–16 м<sup>3</sup>/га уже имеющегося и будущего отпада. Это обеспечит рентабельную работу по заготовке дров из отпада, хотя уровень рентабельности здесь будет невысок. Расширение заготовки отпада потребует увеличить ежегодные площади рубок промежуточного пользования на 200–300 тыс. га, или по 2–4 тыс. га на лесхоз, а возможно и больше. Если план целенаправленной заготовки отпада будет принят, то необходимо силами лесоустройства разработать проекты освоения отпада с конкретиза-

цией для каждого выдела. Это большая работа, ее выполнение растянется на несколько лет.

В то же время, задача использования древесного топлива не будет снята с повестки долгое время, так как она имеет важное экономическое, экологическое и политическое значение и должна постепенно решаться. Общими усилиями к 2025–2030 году эту проблему можно решить. Главное, чтобы вопрос об использовании отпада решался с основательной научной и проектной подготовкой. От скоропалительных решений успеха ждать трудно. Выше приведены минимальные величины возможного изъятия отпада. Не исключено, что в процессе исследований и проектной проработки эти величины станут больше.

Таким образом, за счет древесного топлива (дрова, лесосечные отходы, отходы лесопиления и деревообработки) разные ведомства могут заготовить и поставить на ТЭЦ древесного сырья в количестве, эквивалентном 2,5–3 млн. т условного топлива (около 10–15 % от потребности страны в топливе). В перспективе эта величина может быть увеличена в 1,2–1,5 раза (особенно за счет отпада) и достигнет 3–5 млн. т условного топлива. Доля древесины в общем энергетическом балансе страны может составить 10–14 %. Это существенный вклад в энергобезопасность страны.

При этом не снимается с повестки дня стоимость этого сырья, так как владелец леса (государство и лесхозы, ведущие хозяйство) должны получать рентный доход, что требует оценить отходы и отпад не только по себестоимости их заготовки и вывозки.

Как отмечено выше, нами переданы лесоустройству таблицы отпада для использования. Они дифференцированы по породам и классам бонитета. Здесь приведем в качестве примера такие таблицы для сосны II класса бонитета и ели I класса бонитета (таблицы 3.9–3.11).

Таблица 3.9 – Динамика отпада в сосновых древостоях II класса бонитета при разной полноте

Возраст древостоя, лет	Величина отпада (м <sup>3</sup> /га) при полноте:							
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	4,5	3,1	2,3	1,8	1,4	1,0	0,8	0,8
40	5,1	3,8	2,9	2,2	1,8	1,6	1,5	1,4
50	5,0	3,5	2,7	2,2	1,9	1,7	1,6	1,5
60	4,7	3,1	2,3	2,0	1,8	1,7	1,5	1,5
70	4,6	3,0	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3
80	4,3	2,8	2,1	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2

Окончание таблицы 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
90	3,9	2,8	2,1	1,7	1,5	1,5	1,4	1,2
100	3,6	2,7	2,1	1,7	1,5	1,3	1,3	1,2
110	3,3	2,7	2,1	1,7	1,5	1,4	1,3	1,0

Таблица 3.10 – Динамика отпада в еловых древостоях Беларуси, определенная по уравнениям вид  $O = f(I)$  при  $A$  и  $B = \text{const}$

Возраст древостоя, лет	Величина отпада ( $\text{м}^3/\text{га}$ ) при полноте:							
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
I <sup>a</sup> класс бонитета								
30	4,2	3,4	2,8	2,4	2,1	1,9	1,8	-
40	4,8	4,0	3,4	2,9	2,6	2,4	1,3	-
50	5,8	4,5	3,9	3,5	3,2	2,9	2,8	-
60	5,2	4,5	3,8	3,3	3,0	2,8	2,7	-
70	4,7	4,3	3,8	3,3	3,0	2,7	2,5	-
80	4,4	3,9	3,6	3,0	2,7	2,4	2,3	-
90	4,8	3,6	3,3	3,1	2,5	2,2	2,0	-
I класс бонитета								
30	2,6	2,0	1,5	1,0	0,7	0,6	0,5	-
40	3,7	3,1	2,5	2,1	1,5	1,3	1,2	-
50	4,0	3,5	3,2	2,6	2,0	1,6	1,4	-
60	4,3	3,6	3,2	2,8	2,3	2,0	1,7	-
70	3,9	3,4	3,1	2,9	2,5	2,3	2,1	-
80	3,3	3,1	3,0	2,7	2,4	2,2	2,1	-
90	2,8	2,6	2,4	2,2	1,9	1,8	1,8	-
100	2,5	2,3	2,0	1,7	1,6	1,5	1,5	-

Таблица 3.11 – Величина отпада в еловых древостоях I класса бонитета, вычисленная по связи  $O = f(B, I)$  при  $A = \text{const}$

Возраст древостоя, лет	Величина отпада ( $\text{м}^3/\text{га}$ ) при полноте:							
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
I класс бонитета								
30	2,8	2,1	1,6	1,3	1,0	0,8	0,7	0,7
40	3,7	3,1	2,6	2,1	1,8	1,5	1,3	1,2
50	4,4	3,8	3,2	2,8	2,4	2,1	1,9	1,7
60	4,5	3,9	3,4	3,0	2,7	2,4	2,2	2,0
70	4,1	3,6	3,2	2,8	2,6	2,4	2,2	2,2
80	3,7	3,1	2,6	2,1	1,8	1,5	1,3	-
90	4,2	3,7	3,3	2,9	2,6	2,4	2,2	2,1
100	2,5	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3

Обобщая изложенное, отметим, что перед лесным хозяйством ставятся важные задачи, в том числе на самом высоком уровне – Президентом страны. В числе важнейших – повышение продуктивности лесов, улучшение их породной и возрастной структуры, воспроизводство, обеспечение потребностей народного хозяйства в древесине и других продуктах леса, увеличение экспорта, особенно за счет товаров, имеющих высокую добавленную стоимость и т. д. Особое место занимает рациональное и полное использование топливного сырья, в т. ч. лесосечных отходов и отходов деревообработки для выработки 30 % энергии в стране за счет местного топлива. Это нашло отражение в «Стратегическом плане развития лесного хозяйства на 2016–2030 годы», принятой Правительством. Наличие достаточных ресурсов древесины позволяет обеспечить ее успешную реализацию.

### **Контрольные вопросы**

1. Как определяется объём одного ствола?
2. Почему при учете древесины не используют весовой метод?
3. Какова точность формул Симпсона и Губера?
4. Назовите классификацию запасов в насаждении.
5. Каким образом выглядит формула определения запаса древостоя?
6. Как оценивают запасы на лесосеках, отведенных в рубку?
7. Укажите основные принципы составления таблиц хода роста.
8. Охарактеризуйте современные таблицы хода роста в Беларуси.
9. Определите сравнительную оценку запасов спелых древостоев разных пород в лесах Беларуси.
10. Каково значение смешанных лесов для прогноза сортиментной структуры при организации лесопользования?
11. Какие смешанные леса представлены в лесном фонде в наибольшей мере?
12. Какие методы используют при определении продуктивности и состава смешанных древостоев?
13. Какова современная породная структура лесов Беларуси?
14. Назовите оптимальную породную структуру лесов и прогноз ее достижения.
15. Какова связь прироста и полноты древостоя?
16. Назовите основные формулы, выражающие зависимость прироста от полноты.

17. Назовите основные цели использования древесных отходов в настоящее время.

18. Какие перспективы производства пеллет?

19. Назовите размеры запасов лесосечных отходов и древесного отпада в Беларуси.

20. Какие перспективы использования отпада?

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

## ГЛАВА 4

### ПОБОЧНОЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЕ

#### 4.1 Значение пищевых, технических и лекарственных ресурсов леса

В настоящее время значительную долю в общей продукции леса занимает недревесная продукция. К ней относят съедобные грибы, ягоды, кормовые растения, лекарственное сырье и др. Среди всей продукции наибольшее значение имеют грибы первой категории пищевой ценности: белые, рыжики и белый груздь. Но в силу ряда причин эти грибы составляют относительно небольшую долю в государственных заготовках.

Большее значение имеют грибы, широко распространенные и представляющие меньший интерес для личного потребления сборщиков: опенки, лисички, масленки и т. п. Ранее они в большом количестве сдавались на грибоварные пункты. В последнее время из-за высокой коммерческой ценности их массово скупают частники и государственные организации с целью экспорта.

Из ягод промышленное значение имеют черника, клюква и голубика. Они заготавливаются в больших количествах различными организациями и частниками и идут на экспорт. Другие ягоды, особенно земляника и брусника, хотя весьма ценны как пищевой продукт, имеют меньшие запасы и используются сборщиками для личного потребления.

Еще 20–40 лет назад значение имели кормовые ресурсы (травы) сенокосов и болот. На сегодняшний день, хотя запасы кормов там сохранились, развитие сельского хозяйства и уменьшение поголовья скота в личных хозяйствах привели к снижению значимости этого ресурса.

Лекарственное сырье продолжают заготавливать в лесах, но в относительно небольших объемах.

С каждым годом возрастает значение охотничьего хозяйства. Это связано в основном с развитием туризма и индустрии отдыха.

Ресурсы дикорастущих пищевых, лекарственных растений и съедобных грибов, которыми богаты белорусские леса, играют весомую роль в формировании и поддержании биологической устойчивости лесных фитоценозов. В целом для населения страны эти ресурсы выполняют разнообразные экологические, социальные и экономические функции.

Плодовые, орехоплодные, ягодные, травянистые растения и грибы, мед, березовый и кленовый соки обладают целебными свойствами и на протяжении столетий используются местным населением в качестве традиционных продуктов питания, а также в качестве сы-

рья для пищевой, консервной, фармацевтической и других отраслей народного хозяйства республики. Они обладают адаптогенной, антиоксидантной и иммуномоделирующей активностью, являются катализаторами жизненно важных процессов. Большинство видов пищевых растений и грибов выводят из организма канцерогенные вещества, обладая при этом противовоспалительным и противоопухолевым действием. По сравнению с культивируемыми растениями дикоросы содержат больше биологически активных веществ.

Природные условия и состояние окружающей среды на большей части территории страны благоприятны для роста и плодоношения многих видов пищевых, лекарственных растений и съедобных грибов, однако в последние 15–20 лет по разным причинам отмечено снижение ресурсов клюквы болотной, брусники, голубики, рыжика, груздя настоящего, некоторых видов лекарственных растений, а в отдельных регионах – белого гриба, лисички обыкновенной и др. К отрицательным факторам можно отнести возросшие массовые, часто ненормируемые заготовки ягод, грибов и лекарственных растений. В последние годы Республика Беларусь является лидером среди республик бывшего СССР по экспорту дикорастущих ягод и грибов в страны Европы, а спрос на данную пищевую продукцию с каждым годом возрастает.

Рациональное использование ягодных и грибных ресурсов возможно на основе научно-обоснованного режима эксплуатации естественных угодий ягодных растений и съедобных грибов.

Все описанные ресурсы в лесном хозяйстве считаются *побочным лесопользованием*. В экономической теории побочными производствами считается выпуск продукции из отходов. Отходами грибы, ягоды и т. п. назвать нельзя. Такое традиционное наименование сохранилось еще с ранних времен.

Конечно, основной продукцией леса остается древесина. Ее заготовки имеют стратегическое значение для народного хозяйства, однако продукция побочного лесопользования должна учитываться. Она дает весомый вклад в экспорт и облагораживает рацион жителей.

## **4.2 Изученность распространения грибов, ягод и другой продукции побочного пользования и их запасы в Беларуси**

*Ресурсы побочного пользования* (здесь уместно также использовать термин *недревесная продукция леса*, который встречается во многих литературных источниках) интенсивно изучаются последние 60 лет. В Беларуси этими проблемами занимались ученые Института

леса НАН Беларуси, Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси и УО «БГТУ». Исследованиями пищевых ресурсов леса в СССР занималось много ученых. Крупные работы в этом плане, выполненные в 1970–1990-е годы за пределами Беларуси, опубликованы С. Н. Козьковым, Е. С. Мурахтановым, Д. К. Будрюнене и многими другими.

Актуальным является определение ресурсов недревесной продукции леса в зоне интенсивного лесного хозяйства, куда относятся и леса Беларуси.

Изучение дикорастущих пищевых и лекарственных ресурсов леса Беларуси начато в 30-е годы прошлого столетия. В эти годы выходит первая брошюра по дикорастущим плодам и ягодам, где приведены их ресурсы. В 1950 году Ф. Ф. Захаричем написана работа по пищевым грибам Беларуси, а в 1960 году издана книга по дикорастущим пищевым грибам и ягодам и их переработке.

В 1960-е годы в Беларуси началось массовое изучение пищевых ресурсов леса. Продуктивность лесных ягодников впервые была изучена Н. М. Березенко и П. Н. Райко. Они отметили, что лесное хозяйство в республике ведется без учета сохранения и воспроизводства дикорастущих ягодников и грибов, и указали на необходимость комплексного использования ресурсов леса. В 1965 году выходит фундаментальная монография по ресурсам лекарственных растений, подготовленная учеными Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси, которая выдержала несколько изданий. В этой книге, наряду с лекарственными свойствами растений приведены и их пищевые возможности.

В 70-е годы прошлого века опубликовано множество разноплановых работ по изучению дикорастущего пищевого и лекарственного сырья. Связи структуры древесного полога и продуктивности ягодников, а также элементов таксации лесных ягодников освещены в работах В. Б. Гедых, П. Н. Райко и Т. И. Бобровниковой, З. Г. Валовой. Заготовки съедобных грибов на территории республики изучались В. И. Фоминой и Л. П. Гавриловой. Особо следует отметить фундаментальные исследования, проведенные в Институте леса В. В. Гримашевичем.

На основании результатов многолетних исследований в 1980-е годы массовым тиражом вышла в свет коллективная книга сотрудников лаборатории недревесной продукции леса БелНИИЛХа «Дары наших лесов», где наиболее полно представлены ресурсы всех лесных пищевых и лекарственных растений и съедобных грибов.

В 1988 году Ф. Ф. Бураком и В. И. Саутиным разработаны «Рекомендации по определению ресурсов дикорастущих ягодных растений при лесоустройстве в Белорусской ССР», которые широко использовались в практике лесоустройства.

В этот период БелНИИЛХом в сотрудничестве с другими научно-исследовательскими учреждениями и вузами бывшего СССР проведены широкие исследования по повышению продуктивности угодий лесных съедобных грибов и исследованию их запасов. На основании проведенных комплексных исследований было составлено «Наставление по повышению продуктивности лесных съедобных грибов и оценка их ресурсов», которое рассчитано на применение в лесах европейской части СНГ. Основная его задача – повысить комплексную продуктивность лесов за счет съедобных грибов.

В 1990-х годах продолжена разработка нормативов для всего перечня пищевых ресурсов леса на всех покрытых и непокрытых лесом землях лесного фонда. В насаждениях различного возраста и полноты составлены нормативы для пищевых, кормовых и лекарственных ресурсов. Разработанные нормативы позволяют более точно оценивать все полезности лесов как составную часть национального богатства Беларуси; определять эффективность использования лесных ресурсов в отдельных районах и подсчитывать эколого-экономический ущерб, наносимый лесными пожарами, вредителями и болезнями; стимулировать наиболее рациональный режим утилизации лесных богатств и правильно принимать решения в сложном механизме управления лесным хозяйством.

В 2002 году вышли в свет монографии В. В. Гримашевича «Рациональное использование пищевых ресурсов леса Беларуси» и В. Б. Гедых «Дикорастущие брусничные в условиях Беларуси», в которых подведены итоги многолетних исследований по изучению пищевых и лекарственных ресурсов леса Беларуси.

Институтом леса НАН Беларуси проведено уточнение ресурсов дикорастущих ягодных растений и грибов с использованием новой методики. На основании названных исследований разработаны «Методические рекомендации по рациональному использованию и охране лесных ягодных растений и угодий съедобных грибов», в которых приведены допустимые объемы заготовок ягод и грибов в разрезе административных районов Беларуси, служащие основанием для квотирования заготовок. В данном нормативном документе приводится порядок оценки, учета, распределения и установления лимитов на заготовку или закупку ягодных и грибных ресурсов, а также лесоводственно-экологические и социально-экономические

условия рационального использования ресурсов побочного лесопользования. В 2006 году Институтом леса НАН Беларуси совместно с РУП «Белгипролес» разработан Государственный стандарт Республики Беларусь «Устойчивое лесопользование и лесопользование. Побочное лесопользование. Требования к технологиям», который будет способствовать рациональному использованию, охране и воспроизводству ресурсов побочного лесопользования.

Исследованиями, проведенными в БелНИИЛХ в 1985 году, было установлено снижение общих биологических ресурсов плодов этих ягодников до 80,3 тыс. т, эксплуатационных – до 39,8 тыс. т. Биологический запас ягод по видам составлял: черника – 56,3, клюква – 13,5, брусника – 5,4 и голубика – 5,1 тыс. т. В то же время отмечено увеличение ресурсов плодов черники, по сравнению с предыдущими исследованиями с 48,6 до 56,3 тыс. т. Эти данные постоянно обновляются и отражаются в соответствующих документах. Они служат для планирования объемов заготовок грибов и ягод.

Статистические данные свидетельствуют, что максимальные объемы заготовок приходятся на последнее десятилетие, в то же время долевое участие клюквы и брусники в эти годы снизилось до 10–22 %. Среди заготовленных ягод во все годы преобладает черника; доля других видов ягод, особенно голубики, снизилась. Например, в 2003 году доля черники составила 76,8 % от всех заготовленных ягод, клюквы – 15,6 %, брусники – 6,9 %. На долю малины, голубики и земляники пришлось лишь 0,6 %. В 2002 году черника составила 90 % от общих заготовок, клюква и брусника – 8 %, доля остальных ягод составила 2 %.

Проанализированные литературные сведения о запасах съедобных грибов в Республике Беларусь довольно противоречивы.

Проведены исследования Л. П. Малым по определению ресурсов съедобных грибов в разрезе административных областей Беларуси, результаты которых свидетельствуют, что эксплуатационные запасы грибов Беларуси составляют около 53 тыс. т, в том числе в Брестской обл. – 5,7, Витебской – 6,2, Гомельской – 14,4, Гродненской – 6,0, Минской – 11,3 и Могилевской – 9,2 тыс. т. Сведения о ресурсах съедобных грибов и ягод по данным Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси опубликованы в 1998 году, однако приведенные в этой работе биологические запасы в 6–7 раз превышают данные других исследователей.

Конкретные величины пищевых, лекарственных и технических ресурсов леса для всех типов леса приведены в уже упомянутой монографии «Комплексная продуктивность земель лесного фонда».

Приведенные показатели свидетельствуют, что белорусские леса имеют большие запасы пищевых продуктов и они интенсивно эксплуатируются.

### **4.3 Ресурсы животного мира и охотничьих угодий**

Ресурсы животного мира имеют важное значение для организации охотничьего хозяйства, туризма и сохранения биологического разнообразия наших лесов. В настоящее время достигнута окупаемость охотничьего хозяйства за счет расширения сферы туристических услуг, развития охотничьей инфраструктуры, включая строительство охотничьих комплексов. С каждым годом увеличиваются объёмы, качество услуг, оказываемых гражданам Республики Беларусь и иностранным туристам.

Реализация всех вышеперечисленных направлений повысило эффективность ведения лесного хозяйства.

Решая государственные задачи в области воспроизводства, охраны и защиты лесов, рационального использования лесных и охотничьих ресурсов, лесное хозяйство вносит весомый вклад в обеспечение экономической, экологической и продовольственной безопасности страны. Благодаря успешной реализации комплекса государственных и отраслевых программ с каждым годом повышается эффективность использования лесных ресурсов, углубляется комплексность лесопользования, развивается инфраструктура лесного фонда, возрастает вклад лесного сектора в экономику страны. Белорусская модель государственного управления лесами получает все более широкое признание на международном уровне.

Главная задача лесного хозяйства Республики Беларусь на ближайшую перспективу – продолжить постепенное увеличение темпов развития отрасли, повышение эффективности ведения лесного хозяйства и конкурентоспособности лесхозов.

В инструкции по охотоустройству даны детальные описания различных угодий и их качества для обитания различных видов охотничьих животных. От качества охотугодий зависит и количество продукции, которую с них можно получить без ущерба для воспроизводства охотничьих животных.

Одним из показателей, характеризующим условия для обитания диких копытных животных, является густота лесных насаждений. Кабан предпочитает насаждения с густым подлеском, сильно сомкнутые молодняки сосны, ели. Представители семейства оленьих

предпочитают изреженные насаждения. С одной стороны, это обстоятельство делает их хорошо просматриваемыми и дает возможность далеко обнаружить опасность, с другой – чем меньше густота древостоя, тем больше в нем подлеска, состоящего из кормовых пород.

Влияние густоты древостоя на качество угодий для обитания диких копытных животных в литературе освещено в недостаточной степени. Например, в инструкции при бонитировке угодий для лося ничего не сказано о влиянии их густоты на качество местообитания. Для европейского оленя к категории хороших угодий относятся молодняки и старые насаждения с полнотой не выше 0,6, а к категории средних угодий – старые леса с полнотой не выше 0,7.

К категории хороших угодий для лося в инструкции относят молодняки с преобладанием сосны, березы с подлеском из ив, рябины и т. д. Данное утверждение не совсем точно по той причине, что в сосновых и березовых молодняках подлесок развит слабо. При средней густоте сосны он начинает появляться только после достижения насаждением 30-летнего возраста.

Для косули к основным кормам относят: дуб, ясень, осину, черемуху, а к излюбленным – клен, яблоню, грушу, бересклеты, ивы, калину, черную смородину, а также иву, осину, дуб, рябину, бересклеты; к второстепенным – ель, жимолость, лещину, ольху, сосну, бузину, вяз, граб. Для оленя к основным кормам относят: дуб, ясень, осину, черемуху и крушину. Побеги и кора сосны являются вредными для использования в целях питания всеми двумя вышеупомянутыми видами оленей.

Зимние падежи косуль совпадают с массовым поеданием ими кормов с сосны. Обычно это происходит во время фазы депрессии в их популяциях.

Обобщая отметим, что с XIX века и до наших дней проведены большие исследования древесных ресурсов, недревесной продукции леса и его экологических функций. Наиболее успешными и полными явились результаты оценки стволовой древесины и живицы. Сведения о надземной фитомассе, запасах пней, корней хотя и составлены с меньшей точностью, но в настоящее время удовлетворяют запросы лесного хозяйства. Недревесная продукция леса и ресурсы охоты тоже всесторонне изучались, где разработаны нормативы. Средообразующие функции леса исследуются уже более полутора веков, но количественные данные здесь неполны и противоречивы. В то же время современный уровень их изученности позволил разработать нормативы для количественной оценки полезностей леса.

## Контрольные вопросы

1. Какое место в общей системе ресурсов леса занимает недревесная продукция?
2. Назовите наиболее значимые ресурсы грибов в наших лесах.
3. Назовите ягоды, заготавливаемые в лесах Беларуси.
4. Какие наиболее значимые исследования побочного пользования проведены в Беларуси?
5. Какова тенденция изменения запасов пищевых ресурсов леса?
6. Где имеются сведения о ресурсах побочного пользования?
7. Расскажите об охотничьем хозяйстве как объекте туризма.
8. Какие уголья наиболее предпочтительны для копытных животных?

## ГЛАВА 5 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНОСТИ (ФУНКЦИИ) ЛЕСА

### 5.1 Экологические функции леса и их значение в жизни государства и общества

Леса в нашей стране обеспечивают получение многих экологических полезностей, которые используются всем обществом и позволяют обеспечить экологическую безопасность в стране. Лесным Кодексом Республики Беларусь выделены следующие категории лесов экологической направленности:

- природоохранные леса;
- рекреационно-оздоровительные леса;
- защитные леса.

В этом же документе определены основные функции этих лесов. Следует отметить неудачное название для природоохранных лесов. Все леса, независимо от их основного назначения, являются природоохранными. Здесь целесообразно использовать другое название или сохранить старое – *особо охраняемые территории*. Такая терминологическая путаница, к сожалению, характерна для этого Кодекса в силу того, что он разработан недостаточно квалифицированными специалистами в области лесного хозяйства. К советам профессионалов разработчики Кодекса не прислушались.

Рассматривая полезности, которые формируются в каждой из категорий лесов экологической направленности, отметим, что все они востребованы как народным хозяйством, так и обществом. В наше время многократно увеличилась необходимость в полноценном и качественном отдыхе. Эту потребность в полной мере удовлетворяют леса. Важным аспектом выступает продуцирование лесами фитонцидов, что нужно для оздоровления людей. Достаточно очевидными являются полезности от использования почвозащитных функций лесов. Полезащитные полосы повышают урожайность на полях, уменьшают витацию частиц почвы на осушенных торфяниках. Известна полезная роль, которую играют придорожные защитные полосы.

В то же время значение отдельных лесных насаждений с экономических позиций неоднозначно. Например, водоохранные леса в основном должны предотвращать обмеление рек в меженный период, переводя поверхностный (в основном весенний) сток во внут-

рипочвенный. Рассматривая эту проблему во всех деталях, видим, что основная польза здесь есть для бассейна Днепра. Она в полной мере сказывается в нижнем течении этой реки, т. е. на Украине. Про компенсацию за столь ценную услугу со стороны Украины пока даже не шла речь. Мы же вводим различные ограничения в части лесопользования в водоохраных лесах.

Наши леса в значительной мере обеспечивают экологическую стабильность во многих странах Европы. Если про компенсационные выплаты за депонирование углерода пишут и говорят много, то про другие экологические полезности, которые создают леса Беларуси даже не идет и разговора. Такое положение следует постепенно исправлять.

Проводимые мероприятия в лесах Беларуси корректируют интересы хозяйствования в лесу и содействуют росту политического имиджа страны, социально- и эколого-экономической эффективности функционирования лесного хозяйства. Отсюда вытекает стратегическая цель, чтобы формировать экономику лесного хозяйства, адекватную интересам и целям «зеленой экономики», опираясь на ее ключевые принципы и основополагающие категории: природный капитал и экосистемные услуги. «Зеленая экономика» лесного хозяйства с позиции стратегического видения определяет свою важнейшую категорию – природный капитал и инструменты его воспроизводства. Исходя из позиции «слабой» и «сильной» устойчивости развития лесного хозяйства, определяющим экономическим инструментом воспроизводства природного капитала является безубыточное лесопользование, проводимое с учетом экологического императива.

Рассматривая комплекс ресурсов и полезностей леса, нельзя ограничиваться только материальной стороной этой проблемы. Специалисты второй ступени высшего образования должны знать и понимать (даже чувствовать) всю красоту леса, его значение для воспитания молодежи. Размещение в лесу санаториев, домов отдыха, агроусадьб вызвано не только соображениями сохранения здоровья, но и эстетикой этих мест.

Известно, что лес был источником вдохновения многих художников. Достаточно вспомнить общеизвестные картины И. Шишкина, И. Левитана, А. Куинджи и многих других. Здесь не будем подробно перечислять многие имена. Наша цель – обратить внимание магистрантов и на эту сторону полезностей, которые имеет лес.

Продолжая тему, назовем известных всему миру писателей, которые показывали красоту и обаяние леса: И. Тургенев, Л. Толстой, М. Пришвин, В. Солоухин, В. Короткевич, И. Мележ, Б. Васильев

и многие другие. Пишут художественные произведения о лесе и лесоводы. Уместно назвать книгу профессора В. А. Усольцева «Этюды о деревьях», В. А. Забавского «Дыхание леса», украинского поэта, профессора В. Бондаренко «Тепло дерев» и многих других.

Особое место лес занимает в поэзии и музыке. Тема леса звучит в произведениях П. Чайковского, И. Штрауса, Д. Шостаковича и др. Говоря о поэзии, сразу вспоминаешь А. Пушкина и его обращение к молодым деревьям. В советское время выпускались целые книги поэзии и прозы, посвященные лесу. В этих книгах лес изображался как «краса земли». Вспомним некоторые отрывки из поэтических строк о лесе.

«Белая береза под моим окном  
Принакрылась снегом  
Словно серебром» (С. Есенин).

Им же написано:

«...Хвойной позолотой  
Взвенивает лес,  
Тенькает синица  
Меж лесных кудрей,  
Темным елям снится  
Гомон косарей».

Про ольху (казалось бы, невзрачное дерево) прекрасно написал И. Бунин:

«Только ты красива,  
хоть давно суха,  
в кочках у залива  
старая ольха».

Нельзя не вспомнить и белорусских поэтов. Конечно, здесь первым стоит Якуб Колас и его «Новая зямля»:

«Тут верх асіны круглалісты  
Сплятаўся з хвоямі, з дубамі,  
А елкі хмурымі крыжамі  
Высока ў небе выдзялялісь».

П. Бровка писал:

«Не знаю большае красы,  
Чым вы, наддзвінскія лясы!»

Красочные описания леса, его поэтика, красота и художественная ценность формируют у молодого поколения, особенно со второй половины XX века, т. е. со времени, когда белорусы стали высокообразованными, соответствующее отношение к лесу, перерастающее в ментальность. Таким образом, нематериальные полезности леса не менее важны, чем его ресурсы.

## 5.2 Проблемы экологизации ведения лесного хозяйства и лесопользования

Ведение лесного хозяйства Беларуси осуществляется с учетом экологического императива, т. е. строго соблюдаются принципы устойчивого развития. Здесь достаточно сказать, что лесхозы Беларуси сертифицированы по системе FSC и FESC, а национальная система лесной сертификации признана на международном уровне. У нас есть понимание того, что лес не только является источником древесного сырья, но и выполняет различные экологические функции, производя экологические полезности. Сырьевые ресурсы леса предполагают их денежную оценку и реализацию на рынках. Лесные насаждения включают те экологические функции, которые жизненно необходимы человеку: водоохранные, почвозащитные, санитарно-гигиенические, а также выделение атмосферного кислорода и связывание диоксида углерода и т. д. Но до сих пор рыночной цены они не имеют.

Граница между сырьевыми ресурсами и экологическими полезностями изменяется. По мере развития общества и возникновения новых вызовов полезности леса переходят в разряд ресурсов. Так, углерод, депонированный лесными насаждениями, постепенно становится рыночным товаром в виде углеродных квот.

Противоэрозионное значение лесов и их санитарно-гигиенические функции известны. Они учтены в Лесном Кодексе, что говорит о том, что экологический императив в наших лесах применяется.

В «Стратегическом плане развития лесного хозяйства Республики Беларусь до 2030 года» по предложению А. В. Неверова отмечено, что развитие «зеленой экономики» усиливает институциональную позицию.

Организацию и ведение экологизированного лесного хозяйства в Беларуси осуществить легче, чем в ряде других государств, так как все леса являются государственной собственностью. Они хорошо структурированы, налажена стройная система управления. Для управления и ведения хозяйства леса разделены по нескольким ведомствам. Основная площадь лесного фонда находится в ведении Министерства лесного хозяйства (свыше 85 %). Значительные площади лесов принадлежат Управлению делами Президента Республики Беларусь. Это национальные парки, заповедники, специализированные охотничьи хозяйства. Министерству по чрезвычайным ситуациям принадлежит Полесский радиационно-экологический заповедник площадью 216 тыс. га. Имеет свои леса Министерство обороны, где организованы военные лесхозы и лесничества. Национальная

академия наук имеет в своем распоряжении лесной фонд площадью 37 тыс. га, где организованы три экспериментальные лесные базы, подчиненные Институту леса. В распоряжении Минского и Полоцкого горисполкомов функционируют леспаркхозы. Министерство образования имеет в своем подчинении два опытных лесхоза – Негорельский (непосредственно подчинен Белорусскому государственному технологическому университету) и Полоцкий (Полоцкого лесного колледжа).

Государственным органом управления и использования лесного хозяйства является Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. Основной целью Министерства является обеспечение рационального и неистощительного использования лесов, их охрана, защита и воспроизводство, исходя из принципов устойчивого управления лесами и сохранения биологического разнообразия лесных экосистем, сохранения и усиления средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, рекреационных и иных функций лесов; повышение их ресурсного потенциала, удовлетворение потребностей общества в лесных ресурсах на основе научно обоснованного многоцелевого лесопользования.

К главным задачам Минлесхоза относятся:

- реализация функций государственного регулирования в области лесного хозяйства;
- проведение единой государственной политики в области использования, охраны, защиты государственного лесного фонда и воспроизводства лесов, координация деятельности в этой области других республиканских органов государственного управления, местных исполнительных и распорядительных органов, юридических лиц независимо от форм собственности;
- повышение продуктивности лесов, обеспечение создания и выращивания лесных насаждений на основе широкого использования научно-технических достижений в целях наиболее полного удовлетворения потребностей экономики и населения во всех видах лесной продукции;
- государственный контроль за состоянием, использованием, охраной, защитой государственного лесного фонда и воспроизводством лесов;
- осуществление мероприятий по охране и защите лесов;
- проведение единой экономической политики в области лесного хозяйства, обеспечивающей создание необходимых условий для эффективной работы юридических лиц, находящихся в ведении Министерства.

В Беларуси в отличие от других стран на постсоветском пространстве (например, России) сохранилась четкая вертикальная си-

стема управления лесным хозяйством: Министерство лесного хозяйства (МЛХ), областные государственные производственные лесохозяйственные объединения (ГПЛХО), лесхозы с делением на лесничества и мастерские участки, лесная охрана, в т. ч. лесники. Министерство лесного хозяйства имеет в своем распоряжении 100 лесхозов. При средней площади лесхоза около 90 тыс. га площади отдельных лесхозов колеблются от 35–42 тыс. га (Клецкий, Лоевский) до 110–120 тыс. га (Петриковский, Смолевичский). В среднем в лесхозе имеется 8–10 лесничеств, а в каждом лесничестве 2–3 мастерских участка. Лесхозы имеют статус юридического лица. Входящие в состав лесничества деревообрабатывающие цеха, лесопункты, постоянные лесные питомники являются структурными подразделениями лесхозов без прав юридического лица. Проектные и иные вспомогательные работы в лесном хозяйстве выполняют организации, подчиненные Минлесхозу: Белгослес, Белгипролес, Беллесэкспорт, Беллесозащита, Белгосохота.

Лесхозы и другие организации, которые ему подчинены, имеют достаточное количество квалифицированных кадров. Высшее образование получают специалисты в Белорусском технологическом университете, Гомельском государственном университете имени Ф. Скорины. Полоцкий и Гомельский лесные колледжи обучают мастеров леса, лесников и рабочих.

Хозяйство ведется на научной основе в соответствии с требованиями науки и передового опыта. Нормативная база в нашей стране основывается на разработках белорусских учёных. Это связано с тем, что по крылатому выражению классика лесоводства Г. Ф. Морозова: «Лес – понятие географическое». В Беларуси разработан полный набор нормативных материалов для ведения лесного хозяйства. Основным документом для ведения хозяйства является Лесной Кодекс, который имеет силу закона. Он принят в установленном порядке в 2015 году. В дополнение к этому документу приняты подзаконные акты (Правила, Инструкции и т. д.), по которым ведется хозяйство в пределах их значения.

Беларусь входит в перечень стран, которые придерживаются международных соглашений по охране окружающей среды. Сегодня в мире большой экологической проблемой стало обезлесивание территорий. Беларусь в этом ряду резко выделяется: объёмы лесовосстановления и лесоразведения постоянно превышают объём вырубки. *Лесовосстановлением* считается создание леса на лесных землях, а *лесоразведение* – выращивание леса там, где его раньше не было. В Беларуси широко распространено искусственное лесовосстановле-

ние, т. е. посадка лесных культур. В лесном фонде страны лесных культур разного возраста насчитывается почти 27 % от всей площади лесов страны. Лесовосстановление – приоритетная работа для лесоводов. Она требует организации лесосеменного хозяйства, создания лесных питомников, посадки лесных культур и организации ухода за ними. Таким образом, большие объёмы лесоразведения и лесовосстановления свидетельствуют о применении экологического императива при ведении хозяйства.

Не менее важным является соблюдение экологических требований при организации лесопользования. Понятие «лесопользование» предполагает использование различной продукции леса. В настоящее время утвердились широкое и узкое представление о лесопользовании. Первое характеризуется терминами «многоцелевое лесопользование», иногда «комплексное лесопользование». В широком понимании термин «лесопользование» предполагает использование человеком сырьевых ресурсов леса и его экологических полезностей. В этом смысле сформулировано понятие о лесопользовании и в «Лесном Кодексе Республики Беларусь», которое требует соблюдать при проведении рубок леса все установленные в стране экологические правила. Здесь следует предостеречь специалистов от излишней декларативности в вопросах экологизации лесопользования. В ряде публикаций и даже в нормативных документах встречаются выражения, что лесопользование проводится без всякого ущерба для окружающей среды. Такого не может быть в принципе. Рубка леса всегда наносит какой-то вред природным экосистемам. Важно не превышать установленных допустимых нормативов ущерба, что позволяет быстро восстанавливать природное равновесие. При анализе проблем экологизации лесопользования важным элементом является установление спелостей леса и возрастов рубки. Важным моментом при экологизации лесопользования является увеличение доли несплошных рубок. В Беларуси объём таких рубок достигает около 50 % всей площади вырубок.

По оценкам ряда учёных, экологические полезности леса по своей экономической ценности превышают сырьевую составляющую лесных насаждений. Но реальной экономической отдачи от экологических полезностей леса его владельцы и организации, ведущие лесное хозяйство, пока почти не получают, а все заявления об экономической ценности экологических функций лесов остаются декларацией. Поэтому сегодня экологизация лесного хозяйства и лесопользования необходима для поддержания природного равновесия и остается прерогативой нашего государства.

### 5.3 Депонирование углерода лесными насаждениями

**Лес и проблема потепления климата.** Проблема потепления в настоящее время является постоянной темой публикаций не только в научных изданиях, но во всех средствах массовой информации. Детально описывать разные публикации нет смысла в силу общеизвестности проблемы.

Основная версия глобального потепления климата – деятельность человека. Сжигая огромные объёмы ископаемого топлива (нефть, уголь, газ), человечество в несколько раз увеличило содержание диоксида углерода в атмосфере. Это привело к появлению парникового эффекта. Выход здесь видят в сокращении выбросов парниковых газов (диоксид углерода, метан и др.). Для этого предлагают резко сократить потребление ископаемых видов топлива и перейти на возобновляемые источники энергии: ветроустановки, гидроэлектростанции, биотопливо и т. д.

Это основная точка зрения. Для реализации перехода на новые источники энергии в Европе введена система бонусов для стимулирования использования биотоплива. Такая система сделала биотопливо конкурентоспособным на рынке. Это вызывает недовольство производителей ископаемых видов топлива, и в печати появляются статьи несогласных с таким подходом.

Другие авторы считают, что влияние человека на климат в настоящее время преувеличено. У этой точки зрения есть своя весомая аргументация: вспоминают огромные выбросы в атмосферу при извержении вулканов. Приводят в пример извержение в древности вулкана Тоби в Индонезии, которое привело к вымиранию людей на территории Индии. Вспоминают и другие подобные извержения. В их числе вулкан Кракатау, взорвавшийся в конце XIX века и приведший к резкому временному похолоданию на Земле. Приводят угрозу извержения потенциального супервулкана на территории США – Йеллоустонского супервулкана.

Все же основным аргументом против влияния человека на климат (оно признается, но не в столь определяющей мере) является теория (или гипотеза) об изменении орбиты Земли и ее положения относительно Солнца. Вспоминают, что именно по этой причине жизнь на Земле, в том числе и человечество, неоднократно стояли на грани выживания. При этом никакой промышленной деятельности тогда не было. Характерный пример – Пермский период в кайнозойе. Тогда вымерло 95 % живых организмов. Второй, правда менее драматический – ледниковый период. Тогда во время Рисского (Дне-

провского) оледенения сохранилась лишь небольшая колония кро-маньонцев на территории Испании.

Несмотря на вышеперечисленные аргументы общепринятым считается деятельность человека. Отношение к глобальному потеплению (подтверждается объективными научными данными) тоже неоднозначно. Наибольшую угрозу потепление представляет для жителей пустынь, на берегах южных морей и океанов, в субтропиках. В средних и северных широтах Европы и Азии потепление тоже несет определенные негативные последствия, но не столь сокрушительные. Для России и Беларуси имеется и ряд положительных моментов.

Здесь большую опасность представляет возможное похолодание, которое может произойти, если из-за потепления исчезнет Гольфстрим, и Европа погрузится в ледниковый период.

Так как оба сценария потепления неприемлемы, то рассматриваются меры по его предотвращению или замедлению. В этом плане особая роль принадлежит лесам. Именно они являются основным поглотителем углерода, и при их отсутствии возникает опасность быстрого исчезновения больших массивов лесов, особенно в тропиках. Вырубка тропических лесов связана с бедностью населения стран в тропиках. Оно нуждается в древесине в качестве топлива. Леса служат источником валюты, необходимой для жизни развивающихся государств. В результате вместо депонирования углерода получаем его эмиссию.

Большие надежды ранее возлагались на леса России. Но за последнее время ситуация изменилась. В силу больших вырубок в европейской части и неосвоения расчетной лесосеки в Сибири (она здесь не превышает 10 % от возможной) леса России превратились в источник эмиссии углерода. Поэтому проблема депонирования углерода лесами приобрела особую актуальность. На этом фоне положение в Беларуси в данный момент выглядит предпочтительнее.

#### **Методы определения величины депонированного углерода.**

Определение запасов углерода, депонированного лесами, представляет сложную научную и практическую задачу. К ее решению можно подойти по-разному. Взяв пробы древесины из древостоев разного породного состава, возраста и условий произрастания, в лаборатории находим долю углерода (в чистом виде или связанного с кислородом) для разных частей дерева. Полученные результаты переносим на насаждение в соответствии с законами биометрии и таксации. Такой метод точен, но трудоемок. Его практически нельзя применить для оценки запасов углерода больших лесных массивов. Такую методику используют для получения «конверсионных коэффициентов»

при вычислении доли углерода в запасе древесины. Вычисление таких коэффициентов можно сделать и расчетным путем. Мы знаем, что древесина в основном состоит из целлюлозы. Химическая формула целлюлозы, которая является основным компонентом древесины, хорошо известна.

Кроме целлюлозы в состав древесины входит лигнин. Он проявляется в легкой древесине в виде ванилина, а в твердой как сиреневый альдегид и ванилин. Доля углерода в лигнине почти не отличается от его количества в целлюлозе. Многочисленными исследователями установлено, что с учетом различных компонентов древесины доля углерода в фитомассе близка к 50 %. Этот показатель обычно и учитывается в подобных расчетах.

В растущем насаждении удельный вес древесины зависит от породы, возраста и в некоторой мере от типа леса. Конверсионные коэффициенты приведены также в официальной методике для расчетов связанного углерода. Упомянутые коэффициенты изменяются для сосняков от 0,35 до 0,40 т на один метр кубический. Эта величина изменяется в зависимости от удельного веса древесины, который увеличивается с возрастом древостоя.

При анализе депонированного углерода лесными насаждениями наибольшую ценность представляют спелые и перестойные древостои. В насаждениях старшего возраста конверсионные коэффициенты, т. е. коэффициенты перехода от объемных показателей древесины к весовым данным углерода выше, чем в молодых. Это происходит из-за большей плотности древесины в старшем возрасте насаждения.

Запасы депонированного углерода зависят от наличных запасов древесины в конкретных древостоях.

Основываясь на перечисленных методических подходах, запасы углерода в лесах вычисляли многие ученые: А. З. Швиденко, В. А. Усольцев, А. И. Уткин и др. Кстати, А. И. Уткин по этой методике в 2003 году вычислил запасы депонированного углерода лесами Беларуси. В Беларуси этой работой занимались Л. Н. Рожков, А. В. Пугачевский, С. А. Жданович, В. Ф. Багинский и др.

Для Беларуси методику расчета углерода, который депонируют древостои, разработал профессор Л. Н. Рожков («Методика оценки общего и годовичного депонирования углерода лесами Республики Беларусь», утверждена Минлесхозом 15.03.2011 г.).

**Углерод, депонированный лесами Беларуси, и продажа углеродных квот.** Ранее отмечено, что леса, наряду с депонированием углерода, осуществляют и его эмиссию. Преобладание одного из этих элементов зависит от величины изменения запаса на кон-

кретной территории. Учитываться должна именно величина изменения растущего запаса, а не прирост. В состав прироста входит отпад. В Беларуси отпад частично выбирается рубками промежуточного пользования и используется в народном хозяйстве. Как и отпад, оставшийся в лесу, дрова быстро утилизируются, и диоксид углерода уходит в атмосферу.

В Беларуси за последние 50 лет идет постоянное увеличение запасов. В настоящее время оно составляет около 30 млн. м<sup>3</sup>, или 24 млн. т. Поэтому Беларусь вправе рассчитывать на соответствующую компенсацию от продажи углеродных квот. Пока же мы не получили ничего. Рассмотрим историю вопроса.

Углерод, депонированный лесными насаждениями, постепенно становится рыночным товаром в виде углеродных квот. Но Беларусь пока не является участником рынка углеродных квот. Вспомним известный Киотский протокол.

Для устранения или смягчения негативных последствий потепления климата в Беларуси предприняты реальные шаги по адаптации нашей экономики к изменяющимся условиям. В числе других мероприятий важнейшим является Указ Президента Республики Беларусь от 13.08.2005 г. № 370 «О присоединении Республики Беларусь к Киотскому протоколу и Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата» и Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30.12.2005 г. № 1582 «О реализации положений Киотского протокола и Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата на 2005–2012 годы». Причина здесь в том, что, хотя наша страна являлась стороной Приложения 1 к рамочной конвенции ООН об изменении климата с 1 мая 2000 года, а 25 августа 2005 года ратифицировала Киотский протокол, но не реализовала все возможности для выхода на рынок углеродных квот. Так, чтобы иметь право участвовать в механизмах гибкого Киотского протокола, для его сторон должны быть назначены предельные нормы по выбросам парниковых газов. Эти количественные ограничения по сокращению выбросов зафиксированы в Приложении В к Киотскому протоколу. Беларусь согласилась принять количественный целевой показатель по сокращению выбросов парниковых газов до 92 % от базового объема выбросов в 1990 году в течение первого периода действия обязательств, т. е. на 2008–2012 годы, однако она своевременно не зарегистрировала эти количественные обязательства по сокращению выбросов для включения в Приложение В. Надежда, что Беларусь станет участником рынка углеродных квот, тогда не осуществилась.

В настоящее время вступило в действие Парижское соглашение по климату. Здесь установлены более строгие требования к вопросам депонирования углерода и продаже углеродных квот. Беларусь имеет 24 млн. т депонированного углерода и должна бы получить около 340 млн. долларов, так как цена одной тонны такого углерода колеблется от 8 до 10 долларов. Пока же мы не получили ничего и вряд ли получим. Здесь в вопросы климата вмешивается политика. США и их сателлиты вводят санкции. В этом случае проблемы климата остаются декларацией и отходят на второй план.

**Расчет депонирования углерода сосняками как составная часть общей работы по исследованию данной проблемы в Беларуси.** Выше показано, что леса как депонируют углерод, так и проводят его эмиссию. Поэтому очень важно установить соотношение таких процессов для конкретных стран. Здесь возможны неожиданные обстоятельства.

Например, до недавнего времени считалось, что леса России депонируют огромное количество углерода. Поэтому западными странами оказывалось сопротивление, чтобы не пустить Россию на рынок углеродных квот. В последние годы положение сменилось на противоположное. Оказалось, что леса России не депонируют углерод, а проводят его эмиссию. За это России грозят большими экологическими налогами (называют цифру в 50 млрд. евро) при экспорте любой российской продукции в страны, входящие в ЕС.

Поэтому во всех странах срочно считают величину выбросов парниковых газов и депонирования углерода. Под такую работу выдают большие гранты. Получила такой грант и Беларусь. Работа была поручена БГТУ. Возглавлял проект профессор Л. Н. Рожков.

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины в данной программе выполнял расчеты депонированного углерода сосновыми насаждениями. Эта порода занимает более половины всех земель, покрытых лесом. Поэтому выбор сосны в качестве модельной породы для исследования депонирования углерода лесными насаждениями обоснован.

Сосновые насаждения по всей территории Беларуси размещены относительно равномерно, но неоднородны по возрасту. Возрастная структура сосняков характеризуется преобладанием средневозрастных насаждений. Это связано с массовыми вырубками военного и послевоенного времени, которые продолжались и в 60-е годы прошлого века. К 1991 году количество спелых сосновых древостоев в наших лесах опустилось до 2,2 %, а без учета сосны по болоту до 1,8 %. В настоящее время доля спелых лесов динамично увеличивается.

ется, достигнув уже почти 13 %. Такое количество спелых древостоев, хотя является большим прогрессом по сравнению с предыдущим периодом, но ниже научно обоснованных нормативов.

В то же время, исследования по депонированию углерода, которые проводили белорусские ученые, хотя и позволили получить общую картину для Беларуси в целом, но требуют продолжения. Необходимо уточнение ежегодного депонирования углерода сосновыми насаждениями различного возраста, что имеет значение для оптимизации возрастной структуры сосновых лесов.

Так как настоящее учебное пособие предназначено для будущих научных сотрудников, то они должны владеть методикой исчисления главной экологической функцией леса – депонирование углерода. Поэтому ниже приводится такая методика.

Методика определения количества депонированного углерода разработана на базе использования общебиологических, лесоводственных, лесотаксационных, экономических и экологических методов исследования, описанных в литературе и нормативных материалах. Здесь же используются также методы биометрии, математического моделирования и системного анализа.

Аналитический обзор состояния проблемы проводится путем изучения открытых ведомственных нормативных и нормативно-правовых документов, а также литературных источников.

Экспериментальные материалы приведены ниже. Схема обработки материала показана на рисунке 5.1.

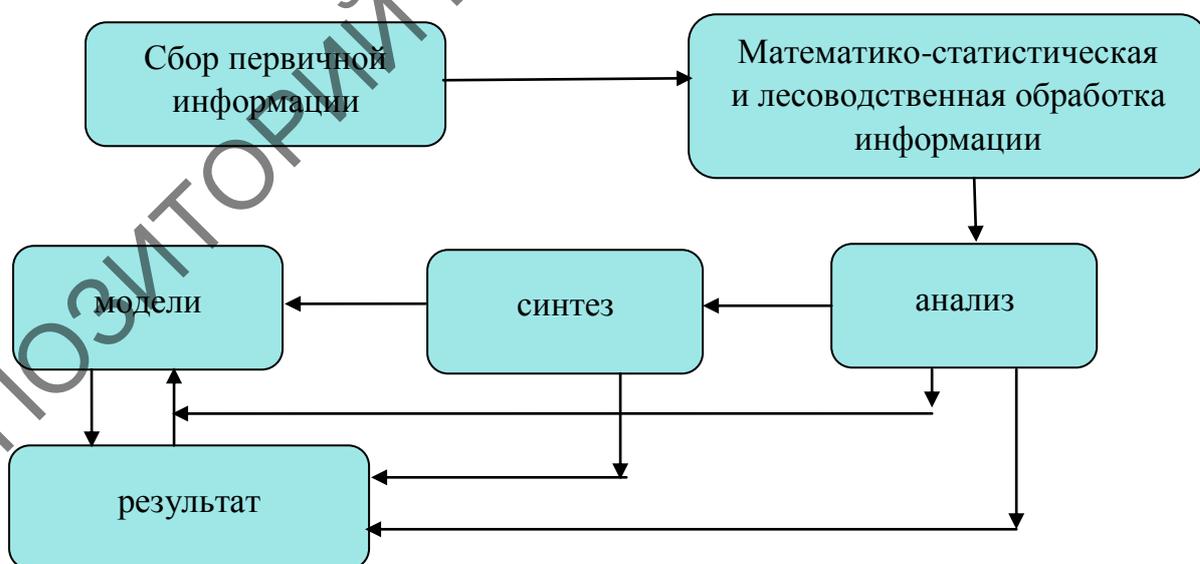


Рисунок 5.1 – Схема сбора и обработки информации

Результатом исследований стала изданная монография «Лесоуглеродный ресурс Беларуси» Л. Н. Рожкова, И. В. Войтова, А. А. Кулика, В. Ф. Багинского и др.

**Углерод, связанный сосновыми древостоями Беларуси.** Точность и достоверность любой научной работы зависит от качества экспериментального материала. При расчетах депонированного углерода лесами это тоже важно.

Экспериментальным материалом для настоящих исследований явились данные из Лесного Кадастра на 01.01.2017 года, актуализированные сведения из Банка данных «Лесной фонд», которые предоставил нам РУП «Белгослес», а также общедоступные справочные материалы по влажности, удельному весу древесины. Эти сведения приведены в таблицах 5.1–5.3.

Анализ таблицы 5.1. показывает, что наиболее распространёнными среди сосновых древостоев являются насаждения в возрасте от 41 до 60 лет. Почти достигли оптимальной нормы припевающие насаждения. В то же время имеется недостаток молодняков, особенно 1 класса возраста. Спелые древостои, хотя и увеличились за последние 20 лет почти в 5 раз, но еще не достигли оптимального количества.

Из таблицы 5.2 видно, что запасы сосновых древостоев соответствуют их площадям с учетом их возрастной динамики. В то же время, из-за снижения полноты припевающих и спелых древостоев их запасы снижаются относительно нормальных насаждений. Распределение площадей и запасов сосновых древостоев приведено на рисунках 5.2, 5.3.

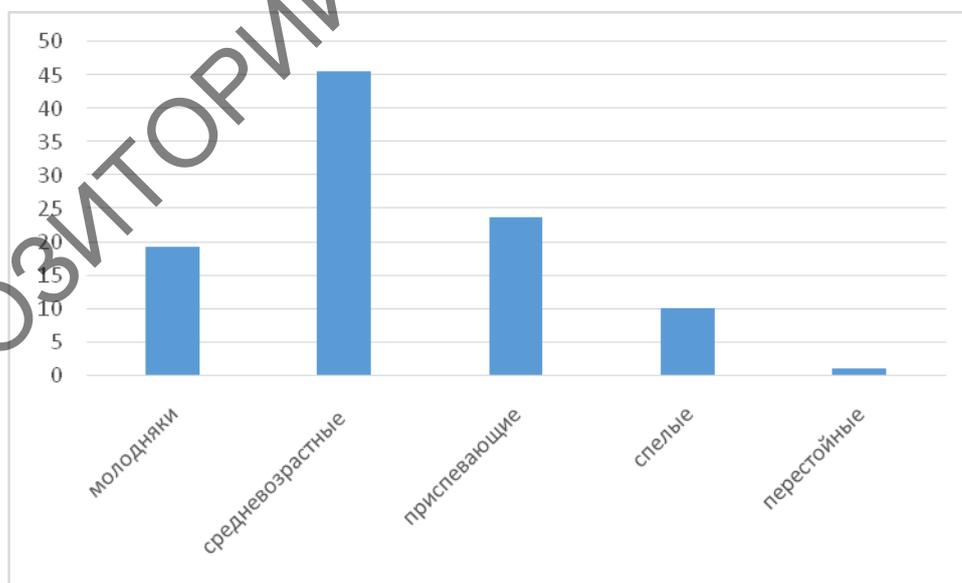


Рисунок 5.2 – Распределение площадей сосновых древостоев по группам возраста, в процентах

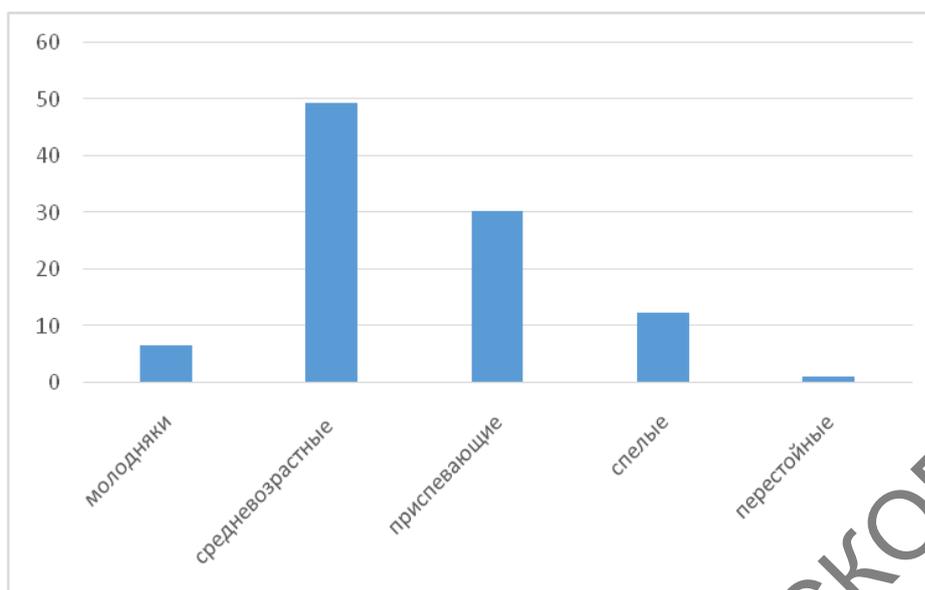


Рисунок 5.3 – Распределение запасов сосновых древостоев по группам возраста, в процентах

Анализ приведенных рисунков показывает, что доля запасов средневозрастных, приспевающих и спелых древостоев более высокая, чем соответственные площади их групп возраста, что связано с увеличением запасов на 1 га в процессе роста леса.

Из курса «Древесиноведение» известно, что сырорастающая (свежесрубленная) древесина имеет влажность от 80 до 100 % в зависимости от условий произрастания. В средних условиях произрастания сосняков (сосняки мшистые) влажность растущей древесины находится в пределах 95–100 %. Поэтому удельный вес древесины сосны для расчетов будем брать при этой влажности из таблицы 5.1.

Таблица 5.1– Средние величины классов бонитетов и полноты по классам возраста

Класс возраста	Бонитет	Полнота
1	1,7	0,72
2	1,9	0,76
3	1,4	0,77
4	1,4	0,72
5	2,0	0,69
6	2,6	0,66
7	3,1	0,65
8	2,8	0,65
9	2,1	0,66
10 и более	1,5	0,67

Таблица 5.2 – Распределение запасов сосновых древостоев Беларуси по классам возраста на 01.11.2017 г.

Сосновые древостои	Классы возраста											Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Запас, тыс. м <sup>3</sup>	11 994,6	46 878,6	251 307,6	374 051,4	163 926,6	26 578,6	4 772,9	1 877,6	1 822,4	1 469,2	1 086	885 765,5

Таблица 5.3 – Масса (кг) плотного кубического метра древесины в зависимости от влажности

Порода	Влажность, %													
	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	110	120	
Сосна	500	510	520	540	550	590	640	680	720	760	810	850	890	930

Запасы и прирост депонированного углерода сосновыми насаждениями вычислен по классам возраста. Такой подход значительно уточняет конечные результаты, чем отличается от других исследований.

Депонирование углерода прямо зависит от прироста биомассы и темпов ее разложения. В этом плане важным является разработка баланса рубки, возобновления, выращивания крупномерной древесины и сохранение старовозрастных лесов. При проведении исследований депонированного углерода наибольшее значение имеет углерод, накопленный в стволовой древесине. В этом случае он консервируется на длительное время – на срок использования предметов, изготовленных из этой древесины. Другие компоненты насаждения утилизируются быстро. Так, дрова, а в настоящее время и большую часть лесосечных отходов сжигают, что приводит к выделению  $\text{CO}_2$  в атмосферу. Поэтому наибольший интерес при изучении депонирования углерода представляет древесина стволов и деловые сортименты. Этот показатель учтен в настоящей работе.

Следовательно, для расчётов количества углерода, связанного древесиной, необходимо знать запасы древесины и её удельный вес. Конверсионный коэффициент для расчёта запасов углерода в древесине зависит от возраста древостоя и древесной породы. Он колеблется по разным источникам от 0,4 до 0,55. Большинство авторов берет для расчётов усредненный коэффициент 0,5. Эта позиция оправдана тем, что при использовании для расчётов материалов учёта лесного фонда происходит неизбежное округление результатов, и принятый коэффициент не вносит существенных погрешностей в конечный результат.

В настоящее время знание о запасах и темпах депонирования углерода приобретает новое значение. Кроме общеупотребительного применения депонированного лесами углерода как одного из главных факторов регулирования составляющих атмосферы и климата, этот показатель стал значим для регламентирования хозяйственной деятельности. Так, для определения возрастов рубки в Беларуси разработаны экологические и эколого-экономические спелости леса. Экологические спелости основываются на высокой корреляционной зависимости (0,85–0,97) между объёмом депонирования  $\text{CO}_2$  и всеми остальными экологическими полезностями леса: водоохранными, почвозащитными, санитарно-гигиеническими. Это еще больше повышает требования к точности определения объёмов депонирования углерода нашими лесами.

В Беларуси земли лесного фонда занимают свыше 45,5 % всей территории страны. Земли, покрытые лесом, составляют около 40 %

территории страны. По всей территории леса распределены неравномерно. В наиболее лесистых районах площадь лесов превышает 60 % (Россонский, Лельчицкий районы), а в отдельных районах (Несвижский, Скидельский и др.) составляет 14–15 %. Одним из наиболее лесистых регионов является восточная часть белорусского Полесья.

Нашими исследованиями доказано, что динамика роста древостоев Беларуси в различных лесорастительных подзонах практически идентична, т. е. наша страна представляет собой единый лесотаксационный район.

В отличие от ели, граба или дуба сосна не имеет четко выраженной привязки к лесорастительным подзонам. Доля сосны в лесном фонде Беларуси в течение последних 200 лет и до настоящего времени колебалась в пределах 50–60 %.

Возраст рубки сосновых древостоев в Беларуси унифицирован. Он равен 5 классу возраста в эксплуатационных лесах и 6 классу возраста в лесах других категорий. Как показали специальные исследования для эксплуатационных лесов, эти возрасты рубки являются заниженными, т. к. не отвечают основным тенденциям потребления древесины и критериям эколого-экономической спелости.

Исследования сосновых древостоев проводятся уже более 150 лет. Здесь следует отметить первые таблицы хода роста, выполненные в середине XIX века, а также таблицы хода роста А. В. Тюрина, составленные в начале XX века. Помимо описания динамики насаждений в сосновых древостоях изучено варьирование основных таксационных показателей в зависимости от возраста и бонитета, влияние происхождения, полноты и густоты, географического района на их рост.

Несмотря на большие успехи, достигнутые в деле изучения сосновых древостоев, в последние десятилетия появились новые аспекты в исследовании как всех лесов, так и сосновых насаждений. Связано это с появлением новых подходов: развитием математического моделирования, системного анализа, усилением антропогенной нагрузки на леса и изменением климата.

В наибольшей степени хозяйственное воздействие на леса проявляется в динамике, продуктивности и товарной структуре модальных древостоев. Поэтому знание о закономерностях их роста и развития является научной основой для оценки продуктивности лесов и прогноза лесопользования. Учет лесного фонда показывает данные именно для таких насаждений.

Ход роста и товарную структуру сосновых древостоев в Беларуси изучали разные авторы. Поскольку их данные несколько отличаются, то для оценки текущего прироста нами использованы официально утвержденные таблицы хода роста.

Как показано выше, расчет количества связанного углерода проводится по методике, утвержденной Минлесхозом и согласованной с Минприроды. За основу здесь берутся запасы и приросты древесины в весовых единицах и конверсионные коэффициенты перевода запасов древесины в наличный диоксид углерода. В среднем эти коэффициенты близки к 0,5. По подобной методике рассчитаны запасы углерода в лесах Республики Беларусь, выполненные отечественными и зарубежными учёными. Общий запас углерода в лесах Беларуси ранее определён в размере 498,7 млн. т. В переводе на 1 га земель, покрытых лесом, это составит 61 т/га.

Рассмотрим проблему нахождения возрастов экологической спелости.

Расчет запасов углерода проведен в соответствии с методикой, описанной выше. Эти расчеты показаны в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Расчет общих запасов углерода в сосновых древостоях по классам возраста по состоянию на 01.11.2017 г.

Класс возраста	Запасы стволовой древесины, тыс. м <sup>3</sup>	Удельный вес 1 м <sup>3</sup> воздушно-сухой древесины	Вес древесины в воздушно-сухом состоянии, тыс. т	Конверсионный коэффициент	Запас углерода, тыс. т	Текущее изменение запаса углерода, тыс. т/год
1	11 994,6	0,510	6 117,2	0,480	2 936,2	146,8
2	46 878,6	0,515	24 142,5	0,490	11 829,8	444,7
3	251 307,6	0,520	130 679,9	0,500	65 330,0	2 675,0
4	374 051,4	0,520	194 506,7	0,500	97 253,3	1 596,2
5	163 926,6	0,521	85 405,8	0,505	43 129,9	-2706,2
6	26 578,6	0,522	13 874,0	0,505	7 007,4	-1806,1
7	4 772,9	0,530	2 529,6	0,515	1 303,7	-285,2
8	1 877,6	0,540	1 013,9	0,515	522,1	-39,1
9	1 822,4	0,540	984,1	0,515	506,8	-0,8
10	1 469,2	0,540	793,4	0,515	408,6	-4,9
10 и выше	1 086	0,541	587,5	0,516	303,1	-5,3
Итого	885 765,5	–	460 634,6	–	230 530,9	15,1

Анализ таблицы 5.4 показывает, что сосновыми древостоями Беларуси накоплено 230,5 млн. т углерода. Наибольшее накопление уг-

лерода наблюдается в 3 (65,3 млн. т), 4 (97,2 млн. т) и в 5 классе возраста (43,1 млн. т). Молодняки в силу их небольших средних запасов на 1 га и относительно небольших площадей накапливают значительно меньше углерода: 1 класс – 2,9 млн. т, 2 класс – 11,8 млн. т. Начиная с 6 класса возраста накопление углерода резко уменьшается из-за небольших площадей сосняков в этом возрасте. Уменьшение площади сосняков в старшем возрасте приводит к тому, что среднее изменение запаса углерода в стволовой древесине растущего насаждения начинает уменьшаться уже в 5 классе возраста и продолжается в остальных классах возраста. В среднем для сосновых древостоев текущее изменение запаса углерода остается почти стабильным (15 тыс. т). Увеличение расчетной лесосеки будет приводить к сокращению высоковозрастных древостоев и уменьшению ежегодного депонированного углерода в стволовой древесине.

Запасы углерода в сосновых древостоях по группам возраста (в процентах) показаны на рисунке 5.4.

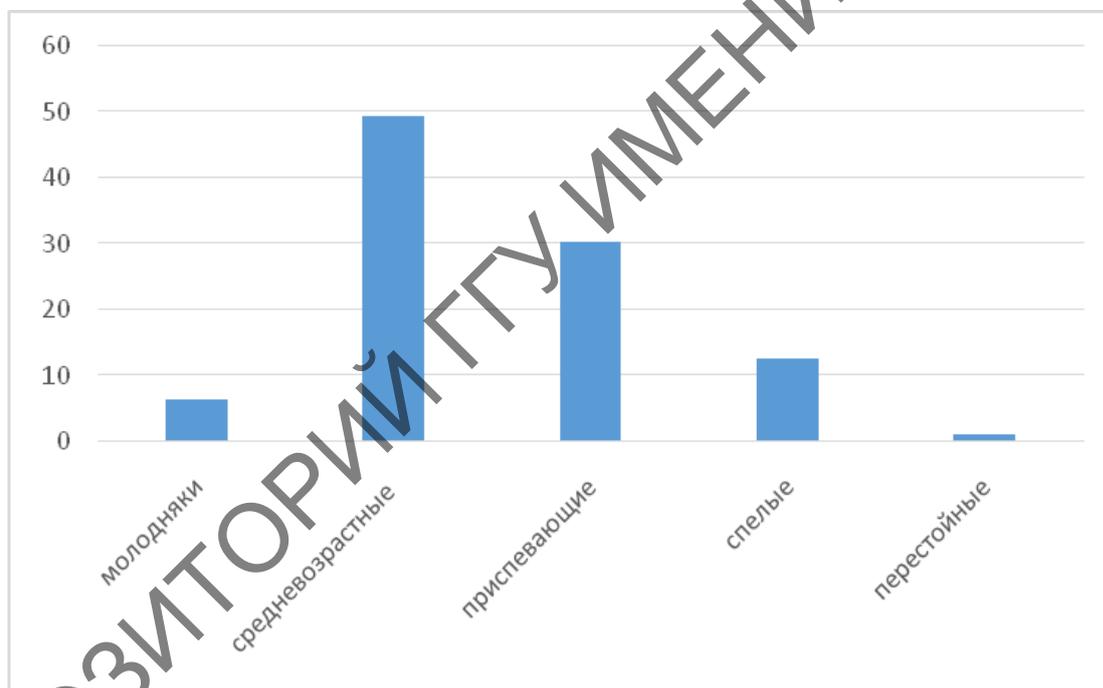


Рисунок 5.4 – Запасы углерода в сосновых древостоях по группам возраста, в процентах

Анализ рисунка 5.4 показывает, что наибольшая доля углерода накоплена в средневозрастных и приспевающих древостоях (почти 80 %). Молодняки в силу небольших запасов имеют невысокое накопление углерода (6 %).

Среднее изменение запаса отражает только изменение запасов растущего леса, но не отражает отпад. Известно, что текущий прирост древесины определяют не по величине наличного запаса, а по общей производительности древостоев. Текущий прирост древостоев определяется по общей производительности древостоев по следующей формуле:

$$Z_M^{\text{тек}} = M_A - M_{A-n} + O_n,$$

где  $Z_M^{\text{тек}}$  – текущий прирост по запасу в возрасте  $A$ ;

$M_A$  – запас в возрасте  $A$ ;

$M_{A-n}$  – запас в возрасте  $A-n$ ;

$O_n$  – величина отпада за  $n$  лет.

В реальном сосновом насаждении текущий прирост зависит от полноты и определяется по формуле Герхардта.

$$Z_M^D = Z_M^H (1,7 - 0,7 P) P,$$

где  $Z_M^D, Z_M^H$  – текущий прирост таксируемого и нормально полного древостоев;

$P$  – полнота древостоя.

Имея данные о текущем приросте при полноте 1,0 и сведения о средних классах бонитета и средних полнотах сосновых древостоев по классам возраста, которые нам предоставил «Белгослес», мы нашли текущий прирост сосновых древостоев Беларуси по классам возраста. Величины текущего прироста при полноте 1,0 взяты из белорусских таблиц хода роста. Поскольку они составлены до возраста 140 лет, то для 8 класса возраста и старше текущие приросты определили методом экстраполяции.

Вычисленные текущие приросты по классам возраста с учетом класса бонитета приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Текущий прирост сосновых древостоев Беларуси по классам возраста

Класс возраста	Класс бонитета	Полнота	Текущий прирост при полноте 1,0, м <sup>3</sup> /га	Текущий прирост при модальной полноте, м <sup>3</sup> /га
1	2	3	4	5
1	1,7	0,72	3,4	3,4
2	1,9	0,76	10,6	9,1

Окончание таблицы 5.5

1	2	3	4	5
3	1,4	0,77	11,6	10,4
4	1,4	0,72	10,2	8,8
5	2,0	0,69	7,7	6,5
6	2,6	0,66	5,5	4,5
7	3,1	0,65	4,0	3,2
8	2,8	0,65	3,5	2,8
9	2,1	0,66	3,0	2,4
10	1,5	0,60	2,5	1,9
10 и выше	1,3	0,50	2,0	1,35

Анализ таблицы 5.5 показывает закономерное изменение текущего прироста с возрастом, что соответствует установленным ранее закономерностям лесной таксации.

Текущий прирост углерода по классам возраста показан в таблице 5.6 и на рисунке 5.5. Для облегчения расчетов количества углерода введен коэффициент  $K_3 = K_1 \times K_2$ , где  $K_1$  – вес 1 м<sup>3</sup> сосновой древесины в воздушно-сухом состоянии по классам возраста,  $K_2$  – конверсионный коэффициент по классам возраста.

Таблица 5.6 – Текущий прирост углерода по классам возраста

Класс возраста	Площадь по классам возраста, тыс. га	Текущий прирост на 1 га, м <sup>3</sup> в год	Общий текущий прирост по классам возраста, тыс. м <sup>3</sup>	Коэффициент $K_3$	Общий текущий прирост углерода, тыс. т в год
1	371,7	3,4	1 263,8	0,245	309,6
2	374,1	9,1	3 404,1	0,252	857,8
3	1 045,6	10,4	10 874,2	0,260	2 827,3
4	1 325,9	8,8	11 667,9	0,261	3 045,3
5	578,8	6,5	3 762,2	0,263	989,5
6	99,9	4,5	449,6	0,264	118,7
7	20,6	3,2	65,9	0,273	18
8	7,4	2,8	20,7	0,278	5,8
9	6,1	2,4	14,6	0,278	4,1
10	4,7	1,9	8,9	0,278	2,5
10 и выше	3,4	1,3	4,6	0,279	1,3
Итого	3 838,2	–	31 536,5	–	8 179,9

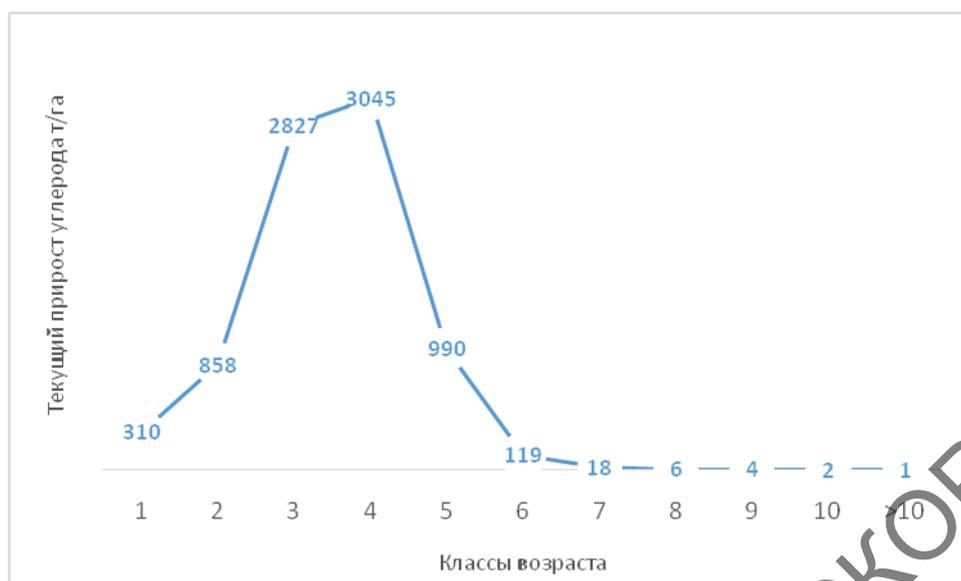


Рисунок 5.5 – Текущий прирост углерода по классам возраста

Анализ таблиц 5.4, 5.6, а также рисунка 5.5 показывает, что в растущих стволах сосновых древостоев ежегодно добавляется 15 тыс. т углерода, т. е. количество углерода в стволовой древесине растущих древостоев в настоящее время остается относительно стабильным. Текущий прирост углерода в сосновых древостоях (с учетом отпада) составляет 8 180 тыс. т. Это значит, что примерно 8 000 тыс. т углерода откладывается в отпаде (мертвой древесине), что составляет примерно 4 % от углерода, остающегося в стволовой древесине.

Приведенные величины общего количества углерода, накопленного сосновыми древостоями, его среднее годовое изменение по классам возраста и текущий прирост углерода по классам возраста рассчитаны по данным на 01.11.2017 года (фактически на 01.01.2018 г.), которые нам предоставлены «Белгослесом». Несмотря на давность приведенных данных, подобные величины изменяются постепенно и незначительно. Конкретные значения на 2021 год будут иметь незначительные отличия и не нарушают общей картины настоящего исследования. Нам также необходимо сделать прогноз накопления углерода в сосновых древостоях по классам возраста и его текущее изменение на 01.01.2031 года.

Эти расчеты проведены, используя прогноз изменения площадей сосновых древостоев по классам возраста за последующие 13 лет: с 2018 по 2030 годы. Прогноз изменения площадей на 01.01.2031 года проведен по общепринятой в лесоустройстве методике. Приняты

равные современным средние запасы древесины на 1 га по классам возраста. Расчет количества и текущего изменения прироста углерода по классам возраста приведен в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Запасы углерода в сосновых древостоях и их текущее изменение по классам возраста на 01.01.2031 года

Класс возраста	Площадь по классам возраста, тыс. га	Средний запас, м <sup>3</sup> /га	Запас древесины по классам возраста, млн. м <sup>3</sup>	Коэффициент $K_3$	Запас углерода по классам возраста, тыс. т	Среднее изменение запаса углерода по классам возраста, тыс. т/год
1	519,2	32,3	16 770,2	0,245	4 108,7	205,4
2	372,3	125,3	46 649,2	0,252	11 755,6	382,3
3	608,2	240,3	146 150,5	0,260	37 999,1	1 312,2
4	1 140,2	282,1	321 650,4	0,261	83 950,8	2 297,6
5	969,0	283,2	274 420,8	0,263	72 172,7	-588,9
6	188,1	266,0	50 034,6	0,264	13 209,1	-2948,2
7	7,2	231,7	1 668,2	0,273	455,4	-637,7
8	16,0	253,7	4 059,2	0,278	1 128,5	33,7
9	6,9	298,8	2 061,7	0,278	573,2	-27,8
10	5,6	312,6	1 750,6	0,278	486,7	-4,3
10 и выше	5,5	278,5	1 531,8	0,279	427,4	-3,0
Итого	3 838,2	–	866 747,1	–	226 267,1	21,4

Анализ таблиц 5.4, 5.7 показывает, что к 2031 году запасы углерода в сосновых древостоях практически остаются стабильными. Уменьшение общих запасов углерода незначительное и составляет 2 %. Это вызвано тем, что основные накопители углерода 3, 4 и 5 классов возраста имеют достаточно большие площади, и расчетная лесосека к 2031 году существенно не увеличивается.

Среднее годовичное изменение запаса углерода на 1 га по классам возраста также изменилось незначительно: от 15,4 тыс. т до 21,4 тыс. т. После 2030 года изменения накопления углерода в сосновых древостоях будет более существенным в силу того, что значительно увеличится расчетная лесосека, а запасы насаждений 3 и 4 классов возраста уменьшатся.

Анализ показывает, что основное накопление углерода проводится в 3 и 4 классах возраста. При увеличении расчетной лесосеки расход углерода с вырубленной древесиной начинает превышать его накопления в насаждениях.

Увеличение запаса углерода в сосновых насаждениях определяется возрастанием общего запаса древесины в этих древостоях. Общеизвестно, что запас древесины конкретной породы в стране зависит от площади этой хозсекции и средних запасов древесины по классам возраста. Величина среднего запаса древесины прямо зависит от величины текущего прироста.

Из изложенных положений вытекает следующее:

1. Необходимость увеличения площадей сосновых древостоев. В настоящее время сосновые древостои составляют примерно 50 % от земель, покрытых лесом. Это ниже, чем требуется при оптимальной породной структуре лесов Беларуси. За последние годы их площадь еще уменьшилась за счет проведения сплошных санитарных рубок в связи с повреждением этих древостоев верхним короедом. Увеличение площадей сосновых древостоев возможно за счет следующих резервов:

– посадка культур сосны на лесосеках, где вырублены березовые древостои. До 2031 года можно ожидать вырубки 500 тыс. га березовых древостоев (230 тыс. га спелых и около 200 тыс. га преспевающих, которые за 10 лет перейдут в спелые). Из этого количества культуры сосны можно создавать примерно на половине этой площади, а может и больше, по 10–15 тыс. га ежегодно;

– реконструкция малоценных березовых древостоев. Общий резерв реконструкции может составлять 10–15 тыс. га. Учитывая, что это мероприятие дорогостоящее, реальный объем реконструкции, видимо, не превысит 3–5 тыс. га;

– возможна посадка культур сосны на землях, в настоящее время не покрытых лесом, и не лесных. Резервы здесь небольшие, но могут составить до 3 тыс. га в год.

Таким образом, общее увеличение площадей сосновых древостоев может составить 16–21 тыс. га ежегодно. Возможно, создание сосновых культур на местах еловых, осиновых и сероольховых вырубок в южной (на месте ели) и северной (на месте серой ольхи) областях.

Результат увеличения депонирования углерода в этом случае скажется не ранее чем через 30–40 лет, так как молодые насаждения 1 класса возраста имеют незначительные приросты и, следовательно, невысокие запасы.

2. Увеличение запасов древесины происходит при возрастании текущего прироста. Известно, что величина текущего прироста зависит от полноты – с увеличением полноты прирост увеличивается. Повышение полноты в реальных древостоях Беларуси является про-

блематичным в силу большого объёма рубок промежуточного пользования, имеющих важное экономическое значение. При достаточно жесткой регламентации в течение 20–30 лет можно добиться увеличения средней полноты на 0,05, что даст около 3–4 млн. м<sup>3</sup> дополнительного прироста ежегодно или около 1 млн. т связанного углерода.

Другие методы повышения продуктивности сосновых лесов (удобрения, биологическая мелиорация, осушение) в реальных условиях Беларуси сегодня маловероятны.

Обобщая вышеизложенное, приходим к следующим выводам:

1. Несмотря на обширные и глубокие исследования по депонированию углерода лесами и его влияния на климат планеты, многие вопросы освещены недостаточно. К ним относятся определение запасов и приростов углерода древостоями Беларуси в разрезе классов возраста и перспективы этого накопления. Поэтому настоящее исследование является актуальным.

2. Методика исследований базируется на общепризнанных законах и закономерностях продуктивности древостоев, а также утвержденной в установленном порядке Минлесхозом Республики Беларусь «Методики оценки общего и годичного депонирования углерода лесами Республики Беларусь». Используются данные по учету лесного фонда, имеющиеся в Лесном Кадастре на 01.01.2017 года и актуализированные данные из Банка данных «Лесной фонд», предоставленные нам «Белгослесом». Это позволило вычислить запасы углерода по научно-обоснованной методике.

3. Общие запасы углерода, депонированного сосновыми древостоями, составляют 230,5 млн. т. Наибольшее накопление углерода наблюдается в 3, 4 и в 5 классах возраста. Молодняки в силу их небольших средних запасов на 1 га и относительно небольших площадей накапливают значительно меньше углерода: 1 класс – 2,9 млн. т, 2 класс – 11,8 млн. т. Начиная с 6 класса возраста накопление углерода резко уменьшается из-за небольших площадей сосняков в этом возрасте. Уменьшение площади сосняков в старшем возрасте приводит к тому, что среднее изменение запаса углерода в стволовой древесине растущего насаждения начинает уменьшаться уже в 5 классе возраста и продолжается в остальных классах возраста. В среднем для сосновых древостоев текущее ежегодное изменение запаса углерода остается почти стабильным (15 тыс. т). Увеличение расчетной лесосеки будет приводить к сокращению высоковозрастных древостоев и уменьшению ежегодного депонированного углерода в стволовой древесине.

4. Годичный текущий прирост углерода по классам возраста включает в себя и углерод, депонированный в отпаде, что составляет 8 млн. т, или 4 % от углерода, остающегося в стволовой древесине.

5. По прогнозу на 01.01.2031 года запасы углерода в сосновых древостоях практически остаются стабильными. Уменьшение общих запасов углерода незначительное и составляет всего 2 %. Это вызвано тем, что основные накопители углерода 3, 4 и 5 классов возраста имеют достаточно большие площади, и расчетная лесосека к 2030 году существенно не увеличивается.

По прогнозу на 01.01.2031 года среднее изменение запаса углерода на 1 га по классам возраста также изменилось незначительно: от 15,4 до 21,4 тыс. т. После 2030 года изменения накопления углерода в сосновых древостоях будет более существенными в силу того, что значительно увеличится расчетная лесосека, а запасы насаждений 3 и 4 классов возраста уменьшатся.

6. Для увеличения депонирования углерода сосновыми насаждениями и оптимизации их возрастной структуры возможно проведение следующих мероприятий:

– посадка культур сосны на лесосеках, где вырублены березовые древостои. До 2031 года можно ожидать вырубки 500 тыс. га березовых древостоев (230 тыс. га спелых и около 200 тыс. га приспевающих, которые за 10 лет перейдут в спелые). Из этого количества культуры сосны можно создавать примерно на половине этой площади, а может и больше, по 10–15 тыс. га ежегодно;

– реконструкция малоценных березовых древостоев. Общий резерв реконструкции может составлять 10–15 тыс. га. Учитывая, что это мероприятие дорогостоящее, реальный объем реконструкции, видимо, не превысит 3–5 тыс. га;

– возможна посадка культур сосны на землях, в настоящее время не покрытых лесом. Резервы здесь небольшие, но могут составить до 3 тыс. га в год.

Таким образом, общее увеличение площадей сосновых древостоев может составить 16–21 тыс. га ежегодно. Возможно создание сосновых культур на местах еловых, осиновых и сероольховых вырубок в южной (на месте ели) и северной (на месте серой ольхи) областях.

– регулирование расчетной лесосеки по сосновому хозяйству для ее уменьшения в 2040–2060-х годах. При этом расчетная лесосека при возрасте рубки в 6 классе возраста будет примерно такой же, как и прежде. Так как спелых древостоев при оптимальном распределении насаждений по теории нормального леса при возрасте рубки

в 5 классе возраста должно быть 18 %, а в 6 классе возраста – 16 %, некоторое уменьшение площади спелых древостоев должно компенсироваться текущим приростом за 20 лет.

Все перечисленные мероприятия требуют значительных затрат и длительного времени проведения. Учитывая это, оптимизация возрастной структуры древостоев возможна не ранее 2050–2060-х годов. Для осуществления этого мероприятия необходимо разработать специальную программу поэтапного выполнения отмеченных мероприятий с разбивкой по лесхозам. Это можно делать в процессе проведения лесоустройства при разработке лесоустроительных проектов.

Леса Беларуси представляют собой важный естественный возобновляемый экономический ресурс. Беларусь вынуждена по возможности максимизировать вырубку лесов с целью реализации на внутреннем и внешнем рынках древесины и ее продукции. Поскольку максимизация накопления углерода лесами Беларуси приводит к некоторому сокращению объемов лесопользования в силу уменьшения расчетной лесосеки, то проведение мероприятий по увеличению депонирования углерода должны быть согласованы с возможной международной компенсацией (за счет реализации углеродных квот) Беларуси за экономические потери из-за недобора древесины. Только в этом случае будет целесообразно максимально использовать возможность накопления углерода нашими лесами.

## Контрольные вопросы

1. Назовите категории лесов экологической направленности.
2. Назовите основные функции защитных лесов и проблемы водоохраных лесов в Беларуси.
3. Назовите основные принципы «зеленой экономики» и значение леса в воспитании молодежи.
4. Учитывается ли экологический императив при ведении лесного хозяйства в Беларуси? Привести примеры.
5. Как собственность на леса в Беларуси влияет на соблюдение экологических правил при ведении хозяйства?
6. Охарактеризуйте лесовосстановление и лесоразведение как элемент экологизации лесного хозяйства.
7. Какие основные проблемы стоят при организации экологизированного лесопользования?

8. В чем заключается проблема климата? Назовите гипотезы о причинах изменения климата. В чем большинство ученых видят выход из проблемы потепления климата.

9. Какова цена депонированного углерода на рынке углеродных квот?

10. Какой документ регулирует определение депонированного углерода лесными насаждениями? Сколько углерода депонируют леса Беларуси?

11. В чем заключается актуальность определения депонирования углерода сосновыми древостоями? На каких принципах основана методика определения депонирования углерода?

12. Как определяются конверсионные коэффициенты? Приведите принципиальную схему обработки информации.

13. Какие показатели использованы для расчета депонированного углерода лесами Беларуси? Обоснуйте выбор породы для расчетов депонированного углерода.

14. Какова величина депонированного углерода сосновыми древостоями Беларуси? Как изменятся объемы депонированного углерода по прогнозу до 2030 года?

## ГЛАВА 6

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СПЕЛОСТЬ ЛЕСА. КОНЦЕПЦИЯ ОЦЕНКИ КОМПЛЕКСА РЕСУРСОВ И ПОЛЕЗНОСТЕЙ ЛЕСА

### 6.1 Экологическая спелость леса

Для экологизации лесопользования следует учитывать экологические факторы при установлении спелостей леса и определения возрастов рубки. В этой системе особое значение имеет спелость леса. Спелость леса, которая лежит в основе определения возраста рубки, является отправным фактором для деления насаждений по группам возраста. Оптимальной считается такая возрастная структура, которая соответствует теории нормального леса. Спелости леса в разные времена применялись неодинаковые. Многие проблемы в данной области изучены недостаточно. В первую очередь к ним относятся экономические и экологические аспекты спелостей леса. Вызвано это постоянно изменяющимися условиями, в которых функционирует экономика. Экологическая составляющая спелостей леса стала актуальной лишь в последние десятилетия в силу возникших экологических проблем современного мира.

Определения спелостей леса приводятся практически во всех учебниках по лесоустройству и многих научных работах. Их трактовка, различаясь в некоторых деталях, в целом совпадает. *Спелость леса* понимается как некоторое состояние насаждений, при котором они достигают определенного возраста и являются оптимально пригодными для использования в тех или иных хозяйственных или экологических целях.

Можно привести еще одно определение спелости леса, данное классиком лесоустройства и лесной экономики М. М. Орловым: «Спелость леса – состояние насаждений и деревьев, ближайшим образом определяемое их возрастом, в котором они более всего пригодны для того употребления, для которого предназначаются». Хотя М. М. Орлов не имел в виду экологических полезностей леса – 90–100 лет назад они при лесопользовании практически не учитывались – но его определение настолько емко и всесторонне, что пригодно и для нашего времени.

Выделяют большое количество спелостей леса, соответствующих различным многообразным функциям леса: естественная, воз-

обновительная, количественная, техническая, хозяйственная, финансовая, экономическая и т. д. В дореволюционное время и до 30-х годов прошлого века широкое распространение имели хозяйственная, в определенной мере, качественная и финансовая спелости леса. В советский период и до настоящего времени возраст рубки в эксплуатационных лесах определяют на основе количественной и технической спелостей. В связи с возросшим значением экологических полезностей леса в послевоенное время получили распространение спелости, имеющие экологическую природу: водоохранная, почвозащитная, рекреационная и т. д.

В настоящее время в лесоустройстве выделяют количественную, техническую, естественную, возобновительную, финансовую, экономическую и другие спелости леса. Не останавливаясь подробно на каждой из этих спелостей, отметим, что в нашей стране для расчетов возраста рубки используют техническую спелость. Эта спелость представляет собой тот возраст, когда средний прирост одного или группы ведущих сортиментов достигает максимума.

Определение возраста рубки по технической спелости проводится уже более 90 лет. В настоящее время недостаточно использовать только этот показатель. При этом важность учета экологического фактора постоянно декларируется, но в расчетах он не применяется. До недавнего времени не учитывался один из важнейших показателей, определяющий полезности леса, – депонирование углерода. Поэтому нами была разработана специальная экологическая спелость леса, учитывающая этот фактор.

Многообразие категорий лесов приводит к большому количеству спелостей, имеющих экологическое содержание: водоохранная, защитная, санитарно-гигиеническая и т. д. Сведения о возрастах экологических спелостей (их часто называют специальными) противоречивы. Данные разных авторов отличаются на 20–30 лет. Современные воззрения на спелости экологической природы как на предельный возраст, после достижения которого в насаждении начинают резко уменьшаться экологические полезности, приводят в разных категориях лесов к высоким возрастам, близким к естественной спелости.

Многообразие спелостей экологического содержания затрудняет осуществлять обобщенный экологический подход к лесопользованию в лесах, отнесенных к категориям экологической природы. Многообразие критериев не позволяет выделить главную экологическую компоненту при определении возраста спелости как конструирующего элемента системы экологизированного лесопользования.

Профессор А. В. Неверов считает, что единый процесс воспроизводства природных ресурсов разделен между сферой экологического и материального производства. Там же отмечено, что экономические стороны воспроизводства надо изучать с экологических позиций. Поэтому требуется построение эколого-экономической системы, представляющей собой интеграцию экономических отношений в лесном хозяйстве и действия природных (экологических) факторов. Именно в создании системы, системном подходе к исследованию проблем эколого-экономического регулирования, как отмечает О. С. Шимова, проявляется научно-теоретическая основа формирования экономического механизма природопользования.

В этой системе спелость леса – один из основных конструирующих элементов организации экологизированного лесопользования. Она определяет не только время воспроизводства лесных ресурсов, но и запас древостоев разного возраста, обеспечивающих непрерывное и постоянное лесопользование на определенном пространстве. Только в этом случае лес как стабилизатор экологических условий может рассматриваться с позиций географии, лесистости региона, экономического направления производительных сил и степени соответствия древесных пород в их пространственно-возрастной структуре условиям жизнеобеспечения страны и региона. Поэтому целесообразно иметь не множество критериев спелости, а один достаточно универсальный показатель.

Этот показатель должен служить для расчетов эколого-экономических эффектов в разных вариантах эколого-экономической оценки природоохранной и природоэксплуатационной деятельности с учетом пространственно-временного фактора.

В условиях Беларуси требуется многоцелевое использование лесных насаждений путем сочетания на одной площади многообразных функций одноцелевых лесов. Так, все насаждения выполняют водоохранную и защитную функции, являются источником древесины и других ресурсов, служат местом отдыха и оздоровления. Занимаясь выбором универсального показателя экологической спелости и анализируя современную экологическую ситуацию, видим, что и защитные, и водоохранные, и санитарно-гигиенические свойства леса распространяются на некотором локальном уровне в пределах от относительно небольшого района до региона, занимающего значительную площадь. Так, курортные леса имеют своей целью поддержание должного санитарно-гигиенического уровня определенной

территории вокруг одного или нескольких санаториев или домов отдыха. Обычно площадь таких насаждений не превышает 2–3 тыс. га. Водоохранные леса оказывают влияние на состояние водных источников некоторого водосбора, охватывающего большой или меньший регион. Здесь площадь влияния распространяется на сотни и тысячи квадратных километров в зависимости от величины водосбора и территории, занятой лесами.

Наиболее значимая, планетарная роль лесных насаждений заключается в их возможности депонировать диоксид углерода и производить атомарный кислород. Именно эту экологическую функцию выделяют как главную все ведущие ученые, работающие в данном направлении. Большинство из перечисленных и других ученых делают упор именно на связывании  $\text{CO}_2$ . Отмечается, что дефицит кислорода человечеству пока не грозит, хотя его выделение находится в тесной корреляции с поглощением углекислого газа.

Таким образом, главная экологическая функция леса – это депонирование  $\text{CO}_2$ . При этом наибольшего эффекта можно добиться, если действует схема нормального леса с достаточно высоким оборотом рубки.

Принятие единого критерия экологической спелости через показатели связывания  $\text{CO}_2$  удобно еще и тем, что оно определяется величиной запаса древостоя и его прироста. Последние таксационные показатели насаждения имеют прямую корреляцию с величиной других экологических полезностей леса.

В настоящее время сделаны попытки разработать коэффициенты экологической эффективности леса, выражающие его экологическую полезность в интегральном виде. В этом случае находят относительные коэффициенты каждой полезности из сочетания их некоторой множественности. Каждый коэффициент – это отношение в процентах от некоторых предельных величин полезностей, принятых за эталоны. Названные коэффициенты зависят от древесной породы, района произрастания, полноты, возраста и других факторов. Корреляционный анализ этих величин показал, что определяющим компонентом является депонирование  $\text{CO}_2$ . Связи этого показателя с выделением  $\text{O}_2$ , биологически активных веществ (санитарно-гигиенические функции), пылезадержанием (противоэрозионная функция), древесным запасом и приростом, а также с коэффициентом экологической эффективности имеют очень высокие и достоверные коэффициенты корреляции. Для отдельных аргументов наблюдается почти функци-

ональная зависимость. Несколько менее тесная, но тоже достаточно высокая корреляция наблюдается с выделением биологически активных веществ, т. к. здесь большое значение имеет древесная порода. Названные показатели приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Корреляция между количеством связанного диоксида углерода и другими экологическими функциями лесов

Функция	Коэффициенты корреляции для аргументов					
	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	БАВ	П	Z <sub>М</sub>	K <sub>Э</sub>
CO <sub>2</sub>	1,000	–	–	–	–	–
O <sub>2</sub>	0,996	1,000	–	–	–	–
БАВ	0,681	0,699	1,000	–	–	–
П	0,963	0,984	0,701	1,000	–	–
Z <sub>М</sub>	0,991	0,981	0,656	0,939	1,000	–
K <sub>Э</sub>	0,990	0,995	0,748	0,978	0,981	1,000

*Примечания:* CO<sub>2</sub> – поглощение диоксида углерода; O<sub>2</sub> – выделение кислорода; БАВ – выделение биологически активных веществ (санитарно-гигиеническая функция); П – пылезадержание, противоэрозионная функция; Z<sub>М</sub> – прирост насаждения, м<sup>3</sup>; K<sub>Э</sub> – коэффициент экологической эффективности древостоя.

Из математической статистики известно, что при наличии высокой корреляции между факторами-аргументами они должны исключаться из уравнения множественной регрессии. В этом случае в уравнении остается один ведущий аргумент, поэтому мы имеем полное основание установить количественную связь экологических полезностей леса с одним интегральным показателем – связыванием CO<sub>2</sub>, и ставим этот фактор в основу определения экологической спелости леса.

Таким образом, принимая за основу возраста экологической спелости депонирование CO<sub>2</sub>, мы «накрываем» практически все остальные экологические полезности леса. Здесь остается проблема верного определения самой экологической спелости. Необходимо, чтобы ее величина соответствовала максимальной реализации всех других полезностей, что возможно при достаточно высоком возрасте насаждений. Следует учитывать, что в соответствии с лесостроительной практикой возрасты специальных экологических спелостей изменяются для хвойных в пределах от 90–100 до 140–160 лет.

Следовательно, *экологическая спелость леса* – это состояние насаждений, обусловленное их возрастом, в котором достигается максимальная экологическая эффективность постоянного лесополь-

зования. Она характеризуется максимальной среднегодовой производительностью лесов, которая выражается через максимум среднего прироста. Этот показатель аккумулирует процесс воспроизводства запаса леса, обуславливая постоянство лесопользования на конкретной территории в аспекте положения «время-пространство», которому выделяется особое внимание. Рассматривая лесные насаждения в дискретном состоянии, т. е. разрывая описанную связь «пространство-время», приходим к оценке отдельного древостоя. В этом случае максимум среднего прироста приводит к количественной спелости. Для удовлетворения сырьевых и экологических потребностей общества в лесных продуктах необходимо использование всей территории лесного фонда в его пространственно-временной взаимосвязи. Поэтому отыскание максимальной величины среднего прироста необходимо выполнить не для отдельного древостоя, а для их совокупности в пределах хозсекции, т. е. по породам.

Здесь возникает вопрос о минимальной величине этой совокупности, т. к. максимальная площадь лесов, используемая для анализа, может доходить до уровня территории государства и планеты. Исследованиями Н. А. Моисеева и В. С. Чуенкова показано, что такой первичной единицей учета должен быть лесхоз. В условиях Беларуси это площадь лесного фонда, которая колеблется от 50 до 130 тыс. га. В среднем площадь лесхоза в Беларуси близка к 90–95 тыс. га. Известно, что точкой отсчета для распределения древостоев по группам возраста является принятый возраст рубки. Изменение возраста спелости и возраста рубки приводит к новому распределению по группам возраста и влечет за собой различные площади групп возраста. При ежегодном меньшем обороте рубки вырубаемая площадь больше, чем при высоком. Следствием этого явится изменение среднего прироста на территории, примерно равной площади крупного лесхоза.

Возраст экологической спелости определен путем имитационного моделирования изменения среднего прироста совокупности древостоев. Для этого вычислили значения среднего прироста при разной возрастной структуре при допущении наличия здесь нормального леса. Именно на такой модели наглядно можно увидеть изменение среднего прироста совокупности насаждений при разном обороте рубки. Для примера приведем величину среднего прироста для всех древостоев сосновой хозсекции во II классе бонитета при разных возрастах рубки (таблица 6.2 и рисунок 6.1).

Таблица 6.2 – Средний прирост на 1 га в сосновых древостоях II класса бонитета при разных возрастах рубки

Возраст рубки, лет	Средний прирост по хозсекции, м <sup>3</sup> /га	
	нормальные древостои	модальные древостои
60	4,18	3,19
80	4,39	3,20
100	4,62	3,28
120	4,64	3,28
140	4,59	3,08
160	4,48	2,93

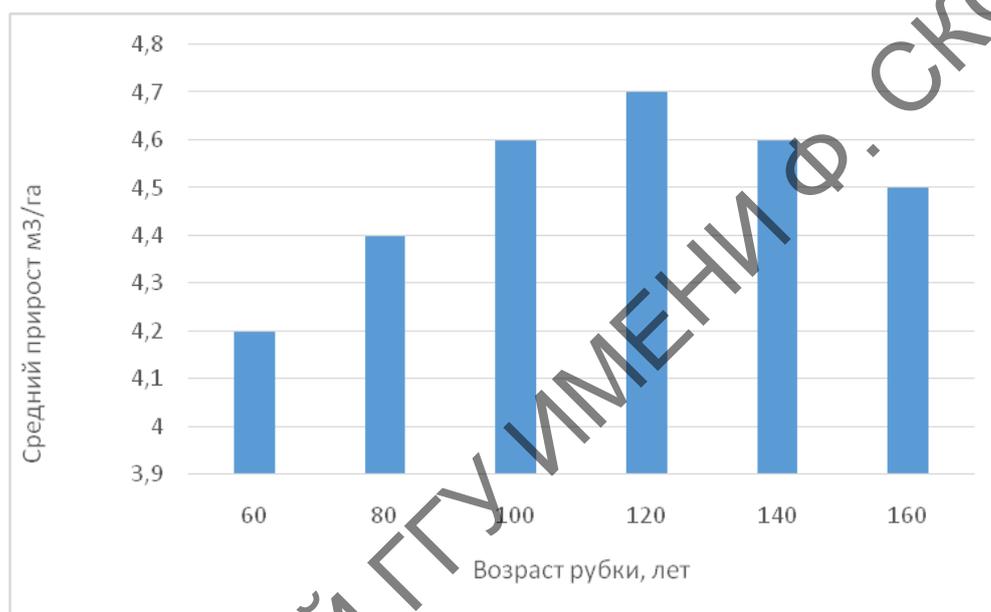


Рисунок 6.1 – Средний прирост на 1 м<sup>3</sup>/га совокупности сосновых древостоев II класса бонитета при разных возрастах рубки в нормальных древостоях

Из таблицы 6.2 и рисунка 6.1 следует, что наибольший средний прирост всей сосновой хозсекции наблюдается в возрасте от 100 до 120 лет. Следовательно, наибольший суммарный запас древесины всей хозсекции в данном случае тоже будет в этом возрасте. Таким образом, наибольшее количество накопленного углерода в исследуемых сосняках также будет в возрасте от 100 до 120 лет.

Подобные расчеты, сделанные путем имитационного моделирования для всех классов бонитета, позволили вычислить экологическую спелость для древостоев основных древесных пород Беларуси. Вычисленные возрасты экологической спелости для сосновых насаждений (как пример) приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Возрасты экологической спелости сосновых древостоев Беларуси

Возрасты экологической спелости (лет) по классам бонитета					
Нормальные древостои					
I <sup>a</sup>	I	II	III	IV	V
105	110	115	120	130	140

Из таблицы 6.3 видно, что возраст экологической спелости наступает в возрасте значительно более высоком, чем количественная спелость. Это происходит из-за того, что меняется пространственно-возрастная структура. При обороте рубки в 60–80 лет большой удельный вес занимают молодняки I класса возраста, где запасы этой группы возраста низкие. При обороте рубки 140–160 лет преобладают насаждения с замедленным приростом. Поэтому наибольший среднегодовой прирост совокупности насаждений наблюдается в основном от 100 до 140 лет, т. е. когда на некоторой территории соблюдается оптимальное сочетание древостоев 1–6 классов возраста.

Анализ экологической спелости показывает, что она примерно на класс возраста выше возраста рубки в эксплуатационных лесах и соответствует возрастам рубки в категориях лесов, выполняющих экологические функции. Если исключить насаждения сосны по болоту IV и V классов бонитета, то за возраст экологической спелости можно принять 6 класс возраста, в пределах которого находятся возрасты экологической спелости от I<sup>a</sup> до III классов бонитета. Именно 6 класс возраста может быть принят для расчета оптимальной возрастной структуры древостоев по максимальному депонированию диоксида углерода.

Возрастная структура сосновых древостоев Беларуси несовершенна. В силу истощительных рубок довоенного, военного и послевоенного времени резко уменьшилось количество спелых древостоев. Вследствие невысокой расчетной лесосеки по главному пользованию за последние 40 лет значительно снизилось количество молодняков. Современная возрастная структура сосновых древостоев по данным Лесного Кадастра на 01.01.2017 года показана в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Площади и запасы сосновых древостоев по группам возраста (в процентах на 01.01.2017 г.)

Группа возраста	Площадь	Запас
1	2	3
Молодняки	18,4	6,4
Средневозрастные	42,7	47,2

Окончание таблицы 6.4

1	2	3
Приспевающие	28,0	33,8
Спелые и перестойные	10,9	12,6
Итого	100	100

Мы видим, что в настоящее время преобладают средневозрастные насаждения при недостатке молодняков и спелых древостоев.

Исходя из теории нормального леса, оптимальная возрастная структура при современных возрастах рубок показана в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Оптимальное распределение лесов по классам возраста в Республике Беларусь (в процентах от площади, занимаемой данной породой) при действующих возрастах рубки

Порода	Возраст рубки	Классы возраста									Итого
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Категории лесов экологической природы											
С	101	18	17	17	16	16	16	–	–	–	100
Эксплуатационные леса											
С	81	22	21	20	19	18	–	–	–	–	100

Анализ таблицы 6.5 показывает, что при действующих возрастах рубки в эксплуатационных лесах должно быть 43 % молодняков, средневозрастных – 20 %, приспевающих – 19 %, спелых – 18 %.

В категориях лесов, помимо эксплуатационных, возраст рубки составляет 101–120 лет, в состав средневозрастных насаждений входят насаждения 3–4 классов возраста. В результате оптимальное количество древостоев по группам возраста следующее: молодняки – 35 %, средневозрастные – 33 %, приспевающие – 16 %, спелые – 16 %.

Оптимальное количество древостоев по классам возраста имеет некоторую асимметрию в сторону молодняков. Дело в том, что в процессе роста леса часть молодняков или средневозрастных древостоев неизбежно вырубается в силу стихийных бедствий или других причин. Поэтому в соответствии с теорией нормального леса мы должны иметь в спелом возрасте достаточное количество древостоев, пригодных к рубке.

Выше было показано, что экологическая спелость сосновых древостоев от I<sup>a</sup> до III классов бонитета лежит в пределах 6 класса возраста. Поэтому оптимальная возрастная структура сосновых древостоев, рассчитанная по депонированию углерода, соответствует природоохранным категориям.

В низкобонитетных древостоях в силу их более высокой экологической спелости оптимальная возрастная структура несколько иная: 1 класс – 17 %, 2 – 16 %, 3 – 15 %, 4 – 14 %, 5 – 13 %, 6 – 13 %, 7 – 12 %.

Учитывая, что в этом случае к средневозрастным насаждениям будут отнесены древостои 3, 4 и 5 класса возраста, распределение по группам возраста будет выглядеть следующим образом: молодняки – 33 %, средневозрастные – 42 %, приспевающие – 13 % и спелые – 12 %. Учитывая, что насаждения низких классов бонитета накапливают значительно меньшее количество углерода и имеют невысокое хозяйственное значение, целесообразно для упрощения учета принять единую оптимальную возрастную структуру сосновых древостоев на принципах максимизации накопления углерода за весь период жизни насаждения, а именно молодняки – 35 % (1 класс возраста – 18 %, 2 – 17 %), средневозрастные – 33 % (3 класс возраста – 17 %, 4 – 16 %), приспевающие – 16 % (5 класс возраста – 16 %), спелые – 16 %.

Приведенное оптимальное распределение сосновых древостоев по группам возраста показано на рисунке 6.2.



Рисунок 6.2 – Оптимальное распределение сосновых древостоев по группам возраста

При достижении возрастной структуры, показанной на рисунке 6.2, лесопользование в сосновых древостоях Беларуси будет осуществляться в соответствии с теорией нормального леса.

Из вышеизложенного вытекает, что оптимальное накопление углерода в сосновых древостоях происходит при возрастной структуре лесов, когда возраст рубки соответствует экологической спелости (6 класс возраста). Доля древостоев каждого класса возраста в этом случае должна быть следующей: 1 класс возраста – 18 %, 2 – 17 %, 3 – 17 %, 4 – 16 %, 5 – 16 %, 6 – 16 %. Данная возрастная структура может быть достигнута постепенно за 30–40 лет, т. е. к 2050–2060 годам. При этом между 2031 и 2050 годами придется несколько ограничить величину расчетной лесосеки. Так как к этому возрасту современные средневозрастные приспевающие насаждения перейдут в категорию спелых, то их полная вырубка приведет к последующему резкому уменьшению объема лесопользования, что противоречит теории нормального леса. Повышение возраста рубки на один класс возраста позволяет выровнять проблему стабилизации расчетной лесосеки.

Оптимальное распределение по группам и классам возраста, основанное на экологической спелости леса, существенно отличается от существующей возрастной структуры сосновых лесов.

Для приведения возрастной структуры лесов к оптимальному состоянию требуется существенно повысить долю молодняков и спелых древостоев. Учитывая, что рубки леса в Беларуси строго регламентированы, сделать это очень сложно. Среди мероприятий, которые могут улучшить возрастную структуру сосновых лесов, можно отметить следующее:

- увеличение доли молодняков;
- регулирование расчетной лесосеки по сосновому хозяйству для ее некоторого уменьшения в 2040–2060-х годах с целью выравнивания возрастной структуры.

Повышение возраста рубки до 6 класса возраста не приведет к существенному сокращению расчетной лесосеки. Дело в том, что в настоящее время древостои в эксплуатационных лесах, которые вырубаются в 5 классе возраста, должны составлять 18 % от площади всех насаждений хозсекции. При новой возрастной структуре древостои 6 класса возраста, которые будут поступать в рубку, составляют 16 % от всех лесов хозсекции. При этом, некоторое уменьшение площадей лесов, поступающих в рубку, должно компенсироваться дополнительным приростом за 20 лет. При этом полнота при переходе от 5 к 6 классу возраста уменьшаться не должна, что соответствует «Правилам рубок леса в лесах Беларуси».

Все перечисленные мероприятия требуют значительных затрат и длительного времени проведения. Учитывая это, оптимизация возрастной структуры древостоев возможна не ранее 2050–2060-х годов. Для осуществления необходимо разработать специальную программу поэтапного выполнения отмеченных мероприятий с разбивкой их по лесхозам. Это можно делать в процессе проведения лесоустройства при разработке лесоустроительных проектов.

Из вышеизложенного вытекает следующее:

1. В настоящее время возрастная структура сосновых древостоев не соответствует теории нормального леса, т. к. имеется большой недостаток молодняков и определенный недостаток спелых древостоев при преобладании средневозрастных насаждений. Даже оптимальное распределение древостоев по классам возраста в соответствии с теорией нормального леса при действующих возрастах рубки не гарантирует максимальное накопление углерода в силу того, что возрасты рубки установлены по технической спелости на крупную и среднюю деловую древесину, и не отражают возможность накопления максимальных запасов древесины по хозсекции за весь период жизни древостоя.

2. Максимальное накопление углерода в целом по сосновой хозсекции возможно при установлении возрастов рубки по экологической спелости. Экологическая спелость леса определяется по максимальному среднему приросту углерода за весь период жизни древостоя на всей площади хозсекции.

3. Экологическая спелость древостоев сосны соответствует 6 классу возраста, т. е. 101–120 лет.

4. В соответствии с экологической спелостью леса и теорией нормального леса оптимальное распределение древостоев по классам возраста следующее: 1 класс возраста – 18 %, 2 – 17 %, 3 – 17 %, 4 – 16 %, 5 – 16 %, 6 – 16 %.

5. Оптимальная возрастная структура сосновых древостоев может быть достигнута не ранее 2050–2060-х годов.

6. Для достижения оптимальной возрастной структуры сосновых древостоев между 2031 и 2050 годами придется несколько ограничить величину расчетной лесосеки. Так как к этому возрасту современные средневозрастные приспевающие насаждения перейдут в категорию спелых, то их полная вырубка приведет к последующему резкому уменьшению объема лесопользования, что противоречит теории нормального леса.

## 6.2 Концепция оценки комплекса ресурсов и полезностей леса

Очень важно определить комплекс ресурсов и полезностей леса в натуральных показателях. На современном этапе увязка всех показателей в единой системе весьма сложна и трудноосуществима. Поэтому обычно приводится набор различных ресурсов (в натуральном или денежном выражении) и полезностей леса, обычно в натуральных показателях.

В настоящее время обострилась проблема повышения продуктивности лесов. Здесь сразу возникает вопрос оценки итогов работы по повышению продуктивности лесов (критерии и методика). Вероятно, критериями должны стать оценки всех ресурсов и полезностей леса, а не только древесины. По стандартным методикам, т. е. на основе лесоустроительных материалов базового лесоустройства и по регулярным государственным учетам лесного фонда можно получить сведения лишь об изменении древесных запасов. Поэтому нужны принципиально новые подходы для оценки комплекса ресурсов и полезностей леса. В настоящее время они могут быть описаны лишь концептуально, но уже в ближайшие годы силами многих научных коллективов, скорее всего, будут реализованы на практике.

Учреждения лесного хозяйства, выращивающие лес, получают в качестве его продуктов и полезностей не только древесину, но и недревесную продукцию. Леса очищают воду, воздух, обладают рекреационными свойствами и т. д. В условиях рынка все эти продукты и полезности должны выступать в форме товара и соответственно оцениваться. Другое дело, что часть продукции леса (древесина, живица и др.) продается непосредственно и имеет рыночную цену, а другая (полезности леса) потребляется всем обществом и рыночной цены не имеет.

В последние годы делаются многочисленные попытки оценить ресурсы и полезности леса. При этом авторы встречаются со многими методическими трудностями. Дело даже не в абсолютном уровне цен на ту или иную продукцию, а в соотношении их на древесину, недревесную продукцию леса и другие продукты и полезности. По этой причине часто стоимость древесины относительно других ресурсов занижается. Это происходит из-за разной оценки на продукты леса: древесный запас – такса, ягоды и грибы – закупочная (иногда рыночная) цена. По причине неодинаковой экономической природы такс и названных цен сравнения неправомерны.

Большинство авторов признают главную роль древесины, хотя и принимают такой тезис с оговорками, подчеркивая большое экологическое значение леса. Несовпадение приоритетов у разных авторов объясняется различными экономическими и экологическими условиями России и других стран СНГ, государств Европы и Южной Америки. Даже в одной стране – России – есть несовпадение подходов при исследовании лесов Сибири и европейской части этой страны, особенно Центрально-Черноземного района. Такие примеры можно продолжить, но и сказанного достаточно, чтобы обосновать необходимость совершенствования методических приемов для оценки комплекса ресурсов и полезностей леса. Здесь можно предложить несколько концептуальных вариантов.

По первому методу все лесные ресурсы и полезности леса оцениваются на основе построения всеобщих такс. По сути это должна быть лесная рента, величина которой должна базироваться на цене конечного продукта с учетом требуемых переделов при нормативной рентабельности. Принцип построения такс для недревесной продукции тот же, что и для древесины. Таксы должны обеспечивать покрытие затрат на расширенное воспроизводство с учетом прибыли при ведении лесного хозяйства. Стоимость ресурсов, пользование которыми для всех членов общества бесплатное, должно покрываться из общественных фондов потребления. Таким образом, все ресурсы и полезности леса (древесина, ягоды, грибы, лекарственное сырье, уголья для рекреации, водоохраные функции леса и т. д.) будут оценены по таксам.

Как будет пользоваться общество этими благами – платно или бесплатно – решает само общество через свои организационные структуры. Если общество желает потреблять чистую воду, воздух и другие полезности леса, то оно должно нести затраты, позволяющие воспроизводить названные продукты. При этом производитель (лесное хозяйство) должен получать соответствующую прибыль, обеспечивающую расширенное воспроизводство. Для лесного хозяйства не имеет принципиального значения, в каком виде будет поступать плата за полезности леса, соответствующая их таксовой стоимости (бюджетные ассигнования, арендная плата и т. д.), и как эти полезности распределятся: платно или бесплатно. Важно, чтобы производимые полезности оплачивались по их стоимости. В противном случае, особенно в условиях рынка, сохранение и приумножение названных ресурсов и полезностей сомнительно. В условиях сохранения государственного регулирования экономики (или лесохозяйственной отрасли) этот подход предпочтителен.

Второй подход заключается в том, что все ресурсы и полезности леса оцениваются в относительных величинах по разработанным шкалам. Подобные шкалы применяются теперь для определения состава смешанных древостоев. В основу шкал можно положить используемые запасы ресурсов или объёмы полезностей (количество выделенного кислорода, отфильтрованной воды и т. д.), возможно, с поправочными коэффициентами. Не исключено, что в этом случае допустимо использовать идею Т. В. Лобовикова, оценивая ресурсы по общему количеству биомассы. Возможны и иные подходы. Тогда не исключено, что характеристику выдела таксатор будет давать в виде  $4C2E1Черн2O_21H_2O$ . Этот прием удобен для нахождения приоритетов и определения относительной ценности того или иного ресурса, хотя он и не показывает абсолютную стоимость. Здесь остается открытым вопрос о критериях соотношения ресурсов. Оценка по шкалам больше подходит для внутриотраслевых, внутрихозяйственных целей, например, для выбора приоритетов при ведении лесного хозяйства в конкретном районе.

В условиях рыночной экономики оценка ресурсов базируется на их рыночной цене. Последняя должна определяться конъюнктурой мирового рынка. В этом случае третий концептуальный вариант сводится к тому, что все ресурсы и полезности леса оценивают по получаемой прибыли (или по сумме реализации) от заготовки ресурса франко-лес.

Как отмечено выше, стоимостное выражение ресурсов леса достаточно условно. Конъюнктура рынка меняется. Ее очень трудно учесть, когда речь идет о долгосрочной перспективе выращивания древесины – на 80–100 лет. Соответствующие компенсационные механизмы, учитывающие изменение спроса на столь отдаленную перспективу, не разработаны. Прогнозы на время более 20–30 лет тоже пока не корректны, так как не могут учесть революционных изменений в технике и технологии. Отсюда вытекает, что воспроизводство древесины планируется и осуществляется на основе современных представлений (или прогноза на ближайшее будущее) о ее ценности.

Полезности леса в рыночной экономике можно оценить в денежном выражении лишь условно, так как они еще не выступают в качестве товара. Можно взять любую из предлагаемых в литературе методик оценки полезностей леса и рассчитать по ней искомую сумму в денежном выражении. Но общую стоимость комплекса ресурсов и полезностей леса надо рассчитывать, вводя коэффициенты для каждого ресурса. Таких коэффициентов должно быть три: потребности  $K_1$ , дефицитности  $K_2$ , приоритетности  $K_3$ .

Коэффициент потребности определяется из уравнения  $K_1 = P_{\text{кп}}/P_0$ , где  $P_0$  – общий объем потребления всех продуктов и полезностей обществом (страной, республикой, областью);  $P_{\text{кп}}$  – потребление конкретного продукта. Коэффициент потребности  $K_1$  показывает ту долю, которую занимает конкретный продукт в общем потреблении.

Коэффициент дефицитности  $K_2 = C_p/P_p$  представляет собой отношение величины спроса  $C_p$  к предложению  $P_p$  конкретного продукта на рынке. В рыночной экономике появление дефицита некоторых товаров ведет к росту их цены и увеличению прибыли от продажи дефицитных изделий. Следствием этого становится быстрое расширение производства дефицитных товаров и исчезновение возникшего дефицита. Рассматривая лесные ресурсы и полезности леса, видим, что стандартная рыночная процедура устранения дефицита в данном случае работает не всегда. Объем ряда ресурсов и, особенно, полезностей леса определяется самим наличием лесов на определенной территории, их возрастной структурой, породным составом, продуктивностью и т. п. Все эти показатели нельзя изменить за короткое время, учитывая, что период воспроизводства лесов длится от 50 до 120 лет. Если отдельные ресурсы (древесина, ягоды) могут быть быстро доставлены из других регионов, то экологические полезности транспортировке не подлежат. Поэтому наличие дефицита некоторого лесного ресурса, а особенно полезности, является длительно действующим фактором, с которым надо считаться при проведении оценки комплекса лесных ресурсов и полезностей.

Коэффициент приоритетности  $K_3$  показывает степень незаменимости ресурса или возможность обойтись без него (пусть с некоторыми потерями) на сегодняшний день и обозримую перспективу:  $K_3 = P_3/P_{\text{кп}}$ . Следовательно,  $K_3$  показывает объем заменяемой продукции  $P_3$  (или объем продукции, без которой можно обойтись, избежав необратимых потерь) по отношению к общему объему современного потребления конкретного продукта  $P_{\text{кп}}$ .

Введением коэффициентов  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  мы учтем вне рыночные потребности общества, оценив тем самым полезности леса по их действительной потребительской стоимости. В высокоразвитых странах с рыночной экономикой роль государства в вопросах экономики достаточно велика. Через налоги, бюджетные дотации, различные льготы стимулируется производство тех продуктов, которые нужны стране, но выпуск их сегодня не выгоден производителю по условиям рыночной конъюнктуры. Таким образом (через дотации сельскому

хозяйству) поддерживается низкий уровень цен на некоторые продукты питания в большинстве стран Западной Европы и США. Иногда так сдерживается перепроизводство других товаров.

Наша экономика, входя в рыночные отношения, тоже пользуется положительным опытом развитых стран. Государственные субсидии, льготы и тому подобное стимулирование производства нужной, но не имеющей рыночной цены продукции леса (воздух, вода), должно и, видимо, будут осуществляться. Поэтому надо иметь расчеты стоимости комплекса ресурсов и полезностей леса и для того, чтобы определить величину государственной поддержки при воспроизводстве лесов.

Таким образом, при третьем варианте комплексная оценка ресурсов и полезностей определится по формуле  $O_p = C_p M_p K_1 K_2 K_3$ , где  $C_p$  – цена единицы ресурса на рынке или по оценкам,  $M_p$  – объём конкретного ресурса. Общая стоимость комплекса ресурсов и полезностей ( $T$ ) определяется следующим образом:

$$T = \sum_{i=1}^n O_p.$$

Применение описанного подхода позволит расставить по своим местам ценность каждого ресурса с учетом реалий рынка и потребностей общества. Например, сегодня цена ягод, собираемых в лесу, часто больше, чем древесины. Но учитывая коэффициент потребности, который для древесины будет намного выше, чем для ягод, и коэффициент приоритетности, тоже бóльший у древесины, приходим к заключению о более высокой ценности древесины. Действительно, без дикорастущих лесных ягод общество проживет (хотя это крайне нежелательно), а без древесины сейчас обойтись нельзя. Кислород, производимый лесом, сегодня покупать на рынке никто не будет (не путать с кислородом для технических и медицинских нужд, получаемым на специальных установках), но для жизни человечества он незаменим. Поэтому  $K_3$  для кислорода очень высок, хотя  $K_2$  и  $K_1$  близки к нулю. Хотя потребность в кислороде исключительно высока, но из-за его абсолютной достаточности ее реальность не ощущается. В такой ситуации недостаточная обоснованность первоначальной стоимости производимого лесом кислорода из-за несовершенства методик оценки (разумеется, в разумных пределах) не имеет решающего значения.

Как отмечено выше, в перспективе лесное хозяйство должно финансироваться на основе рентных платежей. Последние должны

рассчитываться, исходя из суммарной стоимости конечного продукта всех ресурсов и полезностей леса с учетом необходимых переделов при нормативной рентабельности.

## Контрольные вопросы

1. С какой целью определяют спелости леса?
2. Какой показатель является главным при разработке экологической спелости?
3. Дайте определение экологической спелости леса.
4. Приведите примеры величин экологической спелости для сосновых древостоев.
5. Укажите связь величины депонирования углерода с приростом и запасом насаждений.
6. Какова площадь насаждений, где допустимо рассчитывать экологическую спелость?
7. Назовите основные положения концепции оценки комплекса ресурсов и полезностей леса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Атрощенко, О. А. Исследование операций в лесохозяйственных задачах / О. А. Атрощенко. – Минск : БГТУ, 1992. – 240 с.
2. Атрощенко, О. А. Моделирование роста леса и лесохозяйственных процессов / О. А. Атрощенко. – Минск : БГТУ, 2004. – 249 с.
3. Багинский, В. Ф. Лесопользование в Беларуси / В. Ф. Багинский, Л. Д. Есимчик. – Минск : Беларуская навука, 1996. – 367 с.
4. Багинский, В. Ф. Проблема повышения возрастов рубки в лесах Беларуси / В. Ф. Багинский // Лесное и охотничье хозяйство. – 2000. – № 1. – С. 10–18.
5. Багинский, В. Ф. Спелость леса в системе устойчивого природопользования / В. Ф. Багинский, А. В. Неверов, О. В. Лапицкая // Труды Белорусского государственного технологического университета. Серия VII. Экономика и управление. – Минск : БГТУ. – 2002. – Вып. X. – С. 207–216.
6. Багинский, В. Ф. Лесистость Беларуси и перспективы ее увеличения / В. Ф. Багинский, О. В. Лапицкая, Е. Ф. Гусева // Проблемы лесоведения и лесоводства : сборник научных трудов ; редкол. : В. Ф. Багинский [и др.]. – Гомель : ИЛ НАН Беларуси. – 2003. – Вып. 56. – С. 176–180.
7. Багинский, В. Ф. Параметры формирования сосново-березовых культурфитоценозов / В. Ф. Багинский, В. М. Ефименко // Проблемы лесоведения и лесоводства на радиоактивно загрязненных землях : сборник научных трудов Института леса НАН Беларуси ; редкол. : В. Ф. Багинский [и др.]. – Гомель : ИЛ НАН Беларуси 2004. – Вып. 60. – С. 67–79.
8. Багинский, В. Ф. История колхозных лесов Беларуси / В. Ф. Багинский // Сельские леса России: прошлое, настоящее, будущее : материалы международного симпозиума. – С.-Пб. : НИИЛХ. – 2004. – С. 38–48.
9. Багинский, В. Ф. Оптимизация видового состава лесов Беларуси / В. Ф. Багинский // Трансграничное сотрудничество в области охраны окружающей среды: состояние и перспективы : материалы международной научно-практической конференции 12–14 ноября 2006 года ; редкол. : В. Ф. Багинский [и др.]. – Гомель : Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды. – 2006. – С. 262–267.
10. Багинский, В. Ф. История лесного хозяйства в Беларуси / В. Ф. Багинский, О. В. Лапицкая // Лес в жизни восточных славян от

Киевской Руси до наших дней : сборник научных трудов ; редкол. : В. Ф. Багинский [и др.]. – Гомель : ИЛ НАН Беларуси. – 2008. – Вып. 57. – С. 64–70.

11. Багинский, В. Ф. Запасы углерода в древесине в основных типах леса модальных сосновых древостоев в восточной части Белорусского Полесья / В. Ф. Багинский // Проблемы лесоведения и лесоводства : сборник научных трудов ; редкол. : А. И. Ковалевич [и др.]. – Гомель : Институт леса НАН Беларуси. – 2012. – Вып. 71. – С. 363–371.

12. Багинский, В. Ф. Прогноз депонирования углерода в стволовой древесине нормальных сосновых древостоев в связи с изменением климата / В. Ф. Багинский // Проблемы лесоведения и лесоводства : сборник научных трудов ; редкол. : А. И. Ковалевич [и др.]. – Гомель : ИЛ НАН Беларуси. – 2013. – Вып. 73. – С. 371–378.

13. Багинский, В. Ф. Таксация леса : учебник / В. Ф. Багинский. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2018. – 365 с.

14. Ермаков, В. Е. Направление оптимизации видового состава лесов Беларуси / В. Е. Ермаков // Лесоведение и лесное хозяйство : республиканский межведомственный сборник научных трудов. – Минск : Вышэйшая школа. – 1987. – Вып. 22. – С. 71–75.

15. Жданович, С. А. Запасы и структура крупных древесных остатков в малонарушенных насаждениях различных лесных формаций / С. А. Жданович, А. В. Пугачевский // Ботаника (исследования) : сб. науч. трудов. – Минск : ИЭБ НАН Беларуси. – 2009. – Вып. 37. – С. 190–198.

16. Комплексная продуктивность земель лесного фонда / В. Ф. Багинский [и др.]; под ред. В. Ф. Багинского. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2007. – 295 с.

17. Кунцевалов, М. А. Коэффициенты экологической эффективности леса / М. А. Кунцевалов, В. В. Успенский, А. К. Артюховский // Известия ВУЗов : Лесной журнал. – 2000. – № 2. – С. 36–40.

18. Лапицкая, О. В. Эколого-экономическая спелость леса / О. В. Лапицкая // Лесное и охотничье хозяйство. – 2001. – № 1. – С. 8–9.

19. Лапицкая, О. В. Принципы определения спелостей леса в условиях рыночной экономики / О. В. Лапицкая // Проблемы лесоведения и лесоводства : сб. науч. трудов. – Гомель : ИЛ НАН Беларуси. – 2005. – Вып. 64. – С. 352–363.

20. Лесной Кадастр Республики Беларусь на 01.01.2020 года. – Минск : Минлесхоз. – 2020. – 105 с.

21. Лесной Кодекс Республики Беларусь. – Минск : Минлесхоз Республики Беларусь, 2015. – 90 с.

22. Лесоуглеродный ресурс Беларуси : монография / Л. Н. Рожков [и др.]. – Минск : БГТУ, 2018. – 247 с.

23. Методика оценки общего и годичного депонирования углерода лесами Республики Беларусь. Утверждена и введена в действие приказом Минлесхоза Республики Беларусь 28.03.2011 г., № 81 / Л. Н. Рожков [и др.]. – Минск : БГТУ, РУП «Белгослес», 2011. – 19 с.

24. Моисеев, Н. А. Об оценке запаса и прироста углерода в лесах России / Н. А. Моисеев, А. М. Алферов, В. В. Страхов // Лесное хозяйство. – 2000. – № 4. – С. 15–19.

25. Моисеев, Н. А. Определение возраста спелости для одно- и многоресурсного лесопользования / Н. А. Моисеев, В. С. Чуенков // Лесное хозяйство. – 1997. – № 5. – С. 50–52.

26. Национальный отчет о демонстрации хода выполнения Киотского протокола. – Минск : Минприроды Республики Беларусь, 2006. – 156 с.

27. Национальный план действий по адаптации лесного хозяйства Беларуси к изменению климата до 2030 года. Режим доступа : <https://minpriroda.gov.by/uploads/files/3-Minleshoz-Nats.-plan-po-adaptatsii.pdf>. – Дата доступа : 15.11.2021 г.

28. Неверов, А. В. Спелость леса как эколого-экономическая категория / А. В. Неверов, О. В. Лапцкая // Проблемы лесоведения и лесоводства : сб. науч. тр. ; редкол. В. Ф. Багинский. – Гомель : ИЛ НАНБ. – 2001. – Вып. 53. – С. 383–387.

29. Неверов, А. В. Экономика природопользования : учебное пособие / А. В. Неверов. – Минск : БГТУ, 2009. – 554 с.

30. Нормативные материалы для таксации леса Белорусской ССР / под ред. В. Ф. Багинского. – М. : ЦБНТИ-лесхоз, 1984. – 300 с.

31. О возрасте рубок леса (лесных пород по рубкам главного пользования) / Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 06 декабря 2001 года, № 765. – Минск : СМ Республики Беларусь. – 2001. – 4 с.

32. Парфенов, В. И. Лесные ресурсы Беларуси и вопросы их рационального использования / В. И. Парфенов, Д. С. Голод // Природные ресурсы. – 1998. – № 1. – С. 41–45.

33. Первое национальное сообщение в соответствии с обязательствами Республики Беларусь по рамочной конвенции ООН об изменении климата, Минск, 2003. – 260 с.

34. Писаренко, А. И. Экологические аспекты управления лесами России // Лесное хозяйство. – 2000. – № 3. – С. 8–10.

35. Пугачевский, А. В. Депонирование и эмиссия углерода на землях лесного фонда в Республике Беларусь / А. В. Пугачев-

ский [и др.] // Лесная таксация и лесоустройство. Международный научно-практический журнал. – Красноярск: СибГТУ. – 2010. – № 2. – С. 85–99.

36. Рожков, Л. Н. Методические подходы расчёта углеродных пулов в лесах Беларуси / Л. Н. Рожков // Труды БГТУ. Серия «Лесное хозяйство». – Минск : БГТУ. – 2011. – № 1. – С. 62–70.

37. Рожков, Л. Н. Углеродный бюджет болотных лесов Беларуси / Л. Н. Рожков, А. В. Шатравко // Труды БГТУ. Серия «Лесное хозяйство». – Минск : БГТУ. – 2012. – № 1. – С. 111–114.

38. Стратегия адаптации лесного хозяйства Беларуси к изменению климата до 2050 года. Одобрено протоколом заседания НТС Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь 28.06.2019 г. № 4. Утверждено постановлением коллегии Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь 05.12.2019 г.

39. Депонирование и динамика углерода в фитомассе лесов Уральского региона / В. А. Усольцев [и др.] // Лесная таксация и лесоустройство : международный научно-практический журнал. – Красноярск : СибГТУ. – 2009. – №1 (39) – С. 183–190.

40. Уткин, А. И. Методы депонирования углерода фитомассы и нетто-продуктивности лесов (на примере Республики Беларусь) / А. И. Уткин, Д. Г. Замолодчиков, А. А. Пряжников // Лесоведение. – 2003. – № 1. – С. 48–57.

41. Фёдоров, Н. И. Древесиноведение и лесоматериалы / Н. И. Фёдоров, Э. Э. Паудь. – Минск : БГТУ. – 2006. – 292 с.

42. Шатравко, В. Г. Использование порубочных остатков: направления и перспективы / В. Г. Шатравко, Н. В. Толкачева, Н. И. Булко // Проблемы лесоведения и лесоводства : сб. науч. тр. ; редкол. А. И. Ковалевич. – Гомель : ИЛ НАН Беларуси, 2011. – Вып. 71. – С. 186–195.

43. Шатравко, В. Г. Исследование объёмов порубочных остатков при рубках главного и промежуточного пользования в хвойных и широколиственных лесах / В. Г. Шатравко, Н. В. Толкачева // Труды БГТУ. Серия «Лесное хозяйство». – Вып. XIX. – Минск, 2011. – С.119–122.

44. Шатравко, В. Г. Экологические и экономические аспекты использования порубочных остатков / В. Г. Шатравко // Труды БГТУ. Серия «Лесное хозяйство». – Вып. XX. – Минск, 2012. – С. 130–132.

45. Экологоориентированное развитие лесного хозяйства Беларуси в условиях климатических изменений / И. В. Войтов [и др.]; под общ. ред. И. В. Войтова, В. Г. Шатравко. – Минск : БГТУ, 2019. – 201 с.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	3
<b>Глава 1. Введение в дисциплину. Цели и задачи изучаемого предмета</b> .....	4
1.1 Понятие о комплексной продуктивности.....	4
1.2 Цели и задачи изучения предмета.....	7
1.3 Структура комплексной продуктивности ресурсов и полезностей леса.....	7
1.4 Связь дисциплины с лесоводством, лесоустройством, лесной таксацией, экономикой и другими предметами.....	14
<b>Глава 2. Динамика использования продукции леса в историческом аспекте</b> .....	15
2.1 Продукция леса от древности до наших дней.....	15
2.1.1 Лес как источник жизненных благ древних славян.....	15
2.1.2 Продукция леса и значение лесных угодий для жизни в средние века.....	16
2.1.3 Формирование организованного лесного хозяйства на территории Беларуси.....	19
2.2 Динамика потребления древесины на территории Беларуси	20
2.2.1 Древесина как основной ресурс леса.....	20
2.2.2 Динамика потребления древесины и лесистость территории Беларуси.....	21
2.2.3 Несанкционированные рубки на территории Беларуси	23
2.2.4 Современное значение древесины в народном хозяйстве и перспективы ее заготовки.....	34
<b>Глава 3. Древесные ресурсы</b> .....	41
3.1 Стволовая древесина. Методы определения запаса древесины.....	41
3.2 Динамика древостоев. Динамика запасов стволовой древесины.....	49
3.3 Древесные ресурсы смешанных насаждений.....	56
3.4 Оптимизация выращивания насаждений.....	70
3.5 Ресурсы и использование древесных отходов. Древесный отпад.....	79
<b>Глава 4. Побочное лесопользование</b> .....	91
4.1 Значение пищевых, технических и лекарственных ресурсов леса.....	91

4.2 Изученность распространения грибов, ягод и другой продукции побочного пользования и их запасы в Беларуси...	92
4.3 Ресурсы животного мира и охотничьих угодий.....	96
<b>Глава 5. Экологические полезности (функции) леса.....</b>	<b>99</b>
5.1 Экологические функции леса и их значение в жизни государства и общества.....	99
5.2 Проблемы экологизации ведения лесного хозяйства и лесопользования.....	102
5.3 Депонирование углерода лесными насаждениями.....	106
<b>Глава 6. Экологическая спелость леса. Концепция оценки комплекса ресурсов и полезностей леса.....</b>	<b>128</b>
6.1 Экологическая спелость леса.....	128
6.2 Концепция оценки комплекса ресурсов и полезностей леса.....	140
<b>Литература.....</b>	<b>146</b>

Учебное издание

**Багинский Владимир Феликсович,  
Лапицкая Ольга Владимировна**

## **КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ**

Учебное пособие

Редактор А. А. Банчук  
Корректор В. В. Калугина

Подписано в печать 27.04.2022. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 8,84. Уч.-изд. л. 9,66.

Тираж 50 экз. Заказ 240.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования

«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 3/1452 от 17.04.2017.

Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013.

Ул. Советская, 104, 246028, Гомель.