

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ»**

А. В. Данчева

РАЦИОНАЛЬНОЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЕ С ОСНОВАМИ ТАКСАЦИИ ЛЕСА

Учебное пособие



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СЕВЕР-
НОГО ЗАУРАЛЬЯ»
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра лесного хозяйства, деревообработки и прикладной механики

А. В. Данчева

**Рациональное лесопользование
с основами таксации леса**

Учебное пособие

Текстовое (символьное) электронное издание

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья
Тюмень 2023

© А. В. Данчева, 2023
© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2023

ISBN 978-5-98346-103-1

УДК 630
ББК 43

Рецензенты:

директор Алтайского филиала ТОО «Казахский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации», доктор сельскохозяйственных наук А.А. Калачев;
доцент кафедры экологии и рационального природопользования, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, кандидат сельскохозяйственных наук М. Г. Уфимцева

Данчева, А. В.

Рациональное лесопользование с основами таксации леса : учебное пособие / А.В. Данчева. – Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2023. – 100 с. – URL: <https://www.tsaa.ru/documents/publications/2023/dancheva.pdf>. – Текст : электронный.

Учебное пособие содержит основные сведения о лесном насаждении, как важном природном объекте, выполняющем ресурсные, экологические и социальные функции в современных условиях ведения лесного хозяйства; раскрывает понятие рационального лесопользования и его взаимосвязь с таксацией леса, а также пути сохранения и повышения продуктивности и устойчивости лесных насаждений. Представлено подробное описание используемых в лесной таксации методических приемов для оценки потенциала лесных насаждений, количественных и качественных показателей основных компонентов, знание и навыки применения которых, обеспечивают рациональное пользование лесными ресурсами.

Работа рассчитана на бакалавров и магистрантов высших учебных заведений по направлениям подготовки 35.03.01, 35.04.01, 35.03.02, 35.04.02, а также может представлять интерес для аспирантов и практиков-лесоводов и экологов.

Издается по решению методической комиссии Инженерно-технологического института (протокол № 4 от 21 декабря 2022 г.).

Текстовое (символьное) электронное издание

© А. В. Данчева, 2023
© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2023

Содержание

Введение	4
1. Рациональное лесопользование: основные понятия, определения и взаимосвязь с таксацией леса	5
2. Мероприятия по повышению продуктивности и устойчивости лесных насаждений	9
3. Таксация леса: основные понятия, определения	14
4. Таксация срубленных деревьев	18
4.1. Физические способы определения объемов стволов срубленных деревьев	18
4.2. Стереометрические способы определения объемов стволов срубленных деревьев	20
4.2.1. Простые формулы расчета объема ствола срубленного дерева	22
4.2.2. Сложные формулы расчета объема ствола срубленного дерева	26
4.3 Сбег ствола и его влияние на объем древесины	31
4.4. Коэффициент формы ствола дерева	32
4.5 Обмер и учет круглых лесоматериалов	33
4.5.1. Поштучный обмер и учет круглых лесоматериалов (бревен).....	35
4.5.2. Определение объема круглых лесоматериалов в штабелях	39
5. Таксация растущих деревьев и древостоев	44
5.1. Закладка пробных площадей	44
5.2. Определение основных таксационных показателей деревьев и древостоя	48
6. Оценка состояния древостоя	64
6.1. Оценка древостоя по категориям санитарного состояния.....	64
6.2. Оценка жизненного состояния древостоя.....	68
7. Определение количественных и качественных показателей естественного лесовозобновления	73
Заключение	79
Библиографический список.....	80
Приложения.....	87

Введение

Обеспечение устойчивого развития лесных насаждений с целью рационального пользования лесными ресурсами можно лишь путем проведения комплекса научно-обоснованных хозяйственных мероприятий, а также организации системы контроля над состоянием природных объектов. Поскольку в лесных насаждениях главным объектом наблюдения является древесная растительность, как главный компонент сообщества – эдификатор лесной экосистемы и биоиндикатор состояния окружающей среды, при определении количественных и качественных оценок древесной растительности с использованием методических приемов таксации, как основы достоверности и точности получаемых данных, уделяется повышенное внимание.

В то же время, ряд компонентов лесного насаждения, такие, как возобновление, живой напочвенный покров, лесная подстилка и т.д., являются более чувствительными, чем древостой, к различного рода воздействиям, что позволяет на основе их количественных и качественных изменений определять негативные последствия на ранних стадиях изменения и деградации лесов и планировать адекватные лесохозяйственные мероприятия по сохранению насаждениями устойчивости и повышению их продуктивности.

Научная литература по вопросам изучения количественных и качественных показателей различных компонентов лесных насаждений чрезвычайно обширна. В то же время, отклонение от общепринятых принципов изучения различных компонентов лесов приводит к неверным выводам, исключает возможность объективной сравнительной оценки с результатами работ других авторов и даже сводит на нет итоги многолетних исследований.

Данное учебное пособие является дополнительным учебным материалом для успешного освоения и самостоятельного изучения студентами дисциплин, в которых необходимы знания, умения и навыки проведения различных таксационных работ в лесных насаждениях, оценки количественных и качественных показателей компонентов лесных насаждений и разработки лесохозяйственных мероприятий.

Поэтому автор предпринял попытку собрать в одной работе основные понятия и принципы рационального лесопользования на основе использования методов таксации лесных насаждений с примерами подробного описания и проведения расчетов по отдельным, наиболее сложным в изучении, разделам, привести библиографию первоисточников и современных работ других авторов по данному вопросу.

1. Рациональное лесопользование: основные понятия, определения и взаимосвязь с таксацией леса

Рациональное лесопользование начинается с достаточных и разносторонних знаний о лесном насаждении как многокомпонентном, сложном природном объекте.

В настоящее время существует большое количество определений леса с той или иной степенью его детализации, связанной с целевым назначением и различными видами пользования лесных насаждений.

Лес – элемент географического ландшафта, состоящий из совокупности древесной, кустарниковой, травяной растительности, животных, микроорганизмов и других компонентов окружающей природной среды, биологически взаимосвязанных и влияющих друг на друга в своем развитии (ГОСТ 18486-87).

Лес – многокомпонентное образование, представляющее собой лесной биогеоценоз (Рысин, Савельева, 2005). Кроме деревьев в составе и строении леса участвуют кустарники, травяная растительность, мхи, лишайники, микрофлора, бактерии, живые организмы. Изменение одного компонента влечет за собой изменение других компонентов.

Лес – явление географическое (Залесов, 2020). В различных частях и регионах Земного шара в силу разнообразия климатических и других условий произрастания леса отличаются по породному составу, производительности и продуктивности, качеству древесины, выполняемым ими экологическим, хозяйственным, экономическим и социальным функциям.

Согласно Лесному кодексу (2007) лес, в первую очередь, рассматривается как экологическая система.

Согласно продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций (ФАО), лес – экосистема, в которой ведущим продуцентом является древесная растительность высотой более 3 м и сомкнутостью крон более 20% (Залесов и др., 2016).

Естественный лес как самовозобновляемая и саморегулирующаяся экологическая система на одном и том участке земной поверхности может существовать вечно.

Таким образом, во всем множестве определений, лес представлен в виде сложной системы взаимосвязи различных его компонентов с окружающей средой.

В настоящее время лес оценивается не только с точки зрения сырьевой базы, но имеет не менее важное социально-экологическое значение.

В качестве сырьевых ресурсов лес представляет собой источник древесины, технического, пищевого, кормового, лекарственного и другого сырья (Залесов, 2020).

Экологическое значение леса проявляется в биосферной, климатообразующей, средостабилизирующей, почвообразующей, гидрологической и других функциях.

Социальное значение лесов проявляется в санитарно-гигиенической, бактерицидной, демпферной, эстетической, рекреационной, психотерапевтической, научной и других функциях.

В последние десятилетия лесоведам приходится уделять большое внимание экологической роли лесов, что объясняется многими причинами: чрезмерными и несанкционированными рубками леса, неправильным упрощенным хозяйством, не обеспечивающим достаточное лесовосстановление; изменение климата, увеличение случаев лесных пожаров и т.д. (Сеннов, 2005; Рахматуллин и др., 2006. Данчева и др., 2020).

Использование в интересах человека любых функций и полезностей леса представляет собой лесопользование (Саевич, 1990; Залесов, 2020). Благотворное влияние леса объясняется, прежде всего, его микроклиматическими особенностями, то есть специфическим температурным режимом, солнечной радиацией, фитонцидностью воздуха, ионизацией, выделением в атмосферу кислорода, поглощением пыли и шума, а также задержанием радиоактивных частиц и т.д. Огромна роль лесов как хранителей генофонда множества организмов. Без преувеличения можно сказать, что здоровье леса – это здоровье человечества (Алексеев, 1990).

Оздоровительное влияние леса складывается из его многочисленных, поддающихся научному учету особых свойств, объединенных по характеру оказываемого воздействия на организм человека в четыре фактора (Берюшев, 1961; Казанская и др., 1977; Jokouchi, Ambe, 1985): ландшафтный (прозрачность лесного воздуха, мягкость освещения, лесной колорит, сезонные смены картин природы, разнообразие звуков лесной жизни); погодный (особый микроклимат, фильтрационные свойства, шумозащитная роль); аллергический (пыльца растений и летучие вещества, выделяемые растениями) и агрохимический (озонирование). Эти факторы воздействуют не по отдельности, а в комбинации, и из сочетания этого действия определяется ценность леса для здоровья и отдыха человека.

Лес является важным и наиболее эффективным естественным средством стабилизации и регулирования многочисленных природных процессов (Хайретдинов, Залесов, 2011). Увеличение площади лесов в отдельных частях Российской Федерации может увеличить количество осадков до 4%.

Данные многолетних исследований свидетельствуют о способности лесов задерживать и нейтрализовать до 50% радиоактивные вещества (Бобров, 1977; Казанская и др., 1977; Таран, 1985; Добровольский др., 1986). За счет поглотительной способности лесной растительности в определенных условиях (особенно когда поверхность дерева увлажнена, а листья метаболически активны) наблюдается снижение содержания в атмосфере леса двуокиси серы и азота, озона и фтористого водорода. 1 га лесных насаждений способен поглотить из воздуха 400 кг сернистого газа, 100 кг хлоридов и 20-25 кг фторидов.

В течение вегетационного периода деревья уменьшают запыленность воздуха на 42%, а в безлиственный период – на 37,5% (Нижник, 1989; Пронин,

1990; Гаврилов, Игнатенко, 1987). В течение года 1 га хвойных насаждений задерживают до 35 - 40 тонн пыли, 1 га лиственных – около 70 - 100 тонн.

Работы ряда ученых (Колпиков, 1962; Тедер и др., 1975; Мелехов, 1980; Пряхин, Николаенко, 1981) показали, что скорость ветра за пределами лесного массива снижается до 60%, а вблизи от посадок на расстоянии, равном десятикратной их высоте, до 20%. Скорость ветра значительно снижается даже на расстоянии в 20-25 раз большем, чем высота древостоя. Полоса леса шириной 10 - 12 м и высотой 15 - 17 м снижает скорость ветра в 2 раза на расстоянии от 200 до 600 м.

Санитарно-гигиенические функции лесных насаждений проявляются, прежде всего в том, что они поглощают углекислоту и выделяют свободный кислород в различных количествах (Атрохин, Власюк, 1980; Артюховский, 1985; Добровольский и др., 1986; Тарасов, 1986; Пронин, 1990). В процессе фотосинтеза зеленая масса растений вырабатывает из каждых 264 кг углекислоты 192 кг кислорода (Белов, 1983). В лесах зеленых зон, где проводятся рубки ухода, на гниение опада расходуется 3 т кислорода, а 3 т остается в атмосфере. Этого количества хватает, чтобы дышали 8 человек в течение года (360-400 кг/чел).

Биологическая активность кислорода, необходимого для нормальной физиологической деятельности человека, определяется степенью ионизации лесного воздуха (порядка 2000 - 3000 легких ионов в 1 см³ воздуха), то есть леса улучшают электро-гигиенические свойства атмосферы: они в 3 раза увеличивают количество легких ионов с отрицательным зарядом. Воздух с повышенной ионизацией оказывает благоприятное влияние на организм человека, способствует активности дыхания, повышает содержание кислорода в крови, снижает уровень сахара, улучшает самочувствие и настроение. В смешанном лесу этих ионов на 32% больше, чем на открытой поляне.

Леса значительно обогащают воздух арборицидами (фитонцидами), которые способны подавлять жизнедеятельность бактерий, грибков и простейших организмов (Мелехов, 1980; Тарасов, 1986; Гаврилов, Игнатенко, 1987; Нижник, 1989). Известно, что 1 га лиственного леса выделяет в сутки 2 - 3 кг летучих органических веществ, 1 га хвойного – 5 кг, а 1 га можжевельниковых зарослей в сутки выделяет 30 кг арборицидов, которых достаточно для обеззараживания воздуха большого города. Сильными антимикробными свойствами обладает воздух хвойных насаждений.

Эстетические свойства ландшафтов, в том числе и лесных, принято рассматривать как эстетические ресурсы природы, как богатство общества и государства (Ковтунов, 1973; Атрохин, Курамшин, 1991; Данчева, 2018). Эстетическое восприятие отличается от познавательного именно тем, что оно представляет собой не только характеристику объекта, но и его оценку. Лес только тогда доставляет эстетическое наслаждение, когда человек духовно с ним связан.

Сочетание благоприятного теплового эффекта с чистотой озонированного воздуха, его насыщенностью легкими ионами, арборицидами

и ароматическими выделениями на фоне зрелищного восприятия и своеобразного шума листвы создают ту притягательную обстановку, которая ставит лесные насаждения на высшую ступень иерархической лестницы рекреации рядом с морским побережьем и водопадами (Бобров, 1989; Хайретдинов, Залесов, 2011).

Освоение лесов осуществляется в целях обеспечения их многоцелевого, рационального, непрерывного, неистощительного использования, а также развития лесного комплекса (Лесной Кодекс, 2007).

Все указанные функциональные особенности лесов однозначно требуют оценки состояния лесов и лесопользования только в динамике (Генсирук, 1979; Синицын, 1987; Соболев и др., 2011; Данчева, Панкратов, 2021). Подход к лесным ресурсам как к статичным, неподвижным структурам ведет к серьезным ошибкам в их оценке. Значение сбалансированного подхода к оценке лесных ресурсов и организации их рационального использования еще более возрастает в связи с постоянным увеличением потребности в них, в том числе и древесине.

Оценка лесных ресурсов в большинстве случаев проводится на основе использования методов таксации леса. Знание основных методов и способов таксации леса, владение навыками их правильного применения способствует эффективному проведению различных работ: современной оценки количественных и качественных показателей лесных ресурсов и мониторинга их динамики; выявления негативных изменений и деградации лесов под влиянием различного рода факторов антропогенного и природного характера; планирования и проведения своевременных лесохозяйственных мероприятий для сохранения и повышения продуктивности, устойчивости и воспроизводства лесных насаждений.

Рациональное лесопользование основывается на принципе соблюдения определенных правил, требований и нормативов при проведении различных работ в лесных насаждениях, применяя при этом индивидуальный подход с учетом их биологических особенностей и спецификой роста и развития в определенных условиях. В этом случае рациональное лесопользование будет соответствовать непрерывному и неистощительному пользованию лесными ресурсами.

Вопросы для самоконтроля

- 1. В чем заключается смысл лесного насаждения как экосистемы?*
- 2. В чем заключается многофункциональное значение леса?*
- 3. Что включает в себя понятие рационального лесопользования?*
- 4. Как проявляется взаимосвязь рационального лесопользования с таксацией леса?*

2. Мероприятия по повышению продуктивности и устойчивости лесных насаждений

В современных экологических и социально-экономических условиях функционирования лесного комплекса России для решения задач рационального и непрерывного лесопользования специалисты лесной отрасли должны иметь обширные и глубокие знания не только о многогранной природе леса и его взаимосвязи с окружающей средой, но и уметь планировать различные лесохозяйственные мероприятия на основе актуальных таксационных данных.

Лесохозяйственные мероприятия, направленные на сохранение и повышение продуктивности и устойчивости лесных насаждений планируются и проводятся с учетом их целевого назначения и индивидуальных особенностей строения и структуры лесов и, в большинстве случаев, представляют собой систему уходных мероприятий.

По целевому назначению леса делятся на эксплуатационные, защитные и резервные (Лесной кодекс, 2007).

Леса эксплуатационные – леса, подлежащие освоению в целях обеспечения многоцелевого, рационального, непрерывного, неистощительного использования, а также развития лесной промышленности; предусматривается получение древесины и недревесных ресурсов на основе сохранения всех полезных функций леса (Луганский и др., 2010).

Леса защитные – леса, расположенные на особо охраняемых территориях, водоохранные леса; леса, расположенные в первом и втором поясах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения; зеленые зоны и лесопарки; городские леса; леса курортные; леса заповедные и т.п.; всего выделено более 20 категорий защитности лесов.

Леса резервные – леса, в которых в течение ближайших 20 лет не планируется осуществлять заготовку древесины.

Принципами ведения лесного хозяйства в современных условиях являются (Лесной кодекс, 2007):

1) устойчивое управление лесами, сохранение биологического разнообразия лесов, повышение их потенциала;

2) сохранение средообразующих, водоохранных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов в интересах обеспечения права каждого на благоприятную окружающую среду;

3) использование лесов с учетом их глобального экологического значения, а также с учетом длительности их выращивания и иных природных свойств лесов;

4) обеспечение многоцелевого, рационального, непрерывного, неистощительного использования лесов для удовлетворения потребностей общества в лесах и лесных ресурсах;

5) сохранение лесов, в том числе посредством их охраны, защиты, воспроизводства, лесоразведения;

6) улучшение качества лесов, а также повышение их продуктивности;

7) участие граждан, общественных объединений в подготовке решений, реализация которых может оказать воздействие на леса при их использовании, охране, защите, воспроизводстве, в установленных законодательством РФ порядке и формах;

8) использование лесов способами, не наносящими вреда окружающей среде и здоровью человека;

9) использование лесов по целевому назначению, определяемому в соответствии с видами лесов и выполняемыми ими полезными функциями;

10) недопустимость использования лесов органами государственной власти, органами местного самоуправления;

11) платность использования лесов.

В современных условиях леса имеют многостороннее значение. В Лесной кодексе РФ (2007) выделяются следующие виды использования лесов:

1) заготовка древесины;

2) заготовка живицы;

3) заготовка и сбор недревесных лесных ресурсов;

4) заготовка пищевых лесных ресурсов и сбор лекарственных растений;

5) осуществление видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства;

6) ведение сельского хозяйства;

7) осуществление научно - исследовательской и образовательной деятельности;

8) осуществление рекреационной деятельности;

9) создание лесных плантаций и их эксплуатация;

10) выращивание лесных плодовых, ягодных, декоративных растений, лекарственных растений;

10.1. выращивание посадочного материала лесных растений (саженцев, сеянцев);

11) выполнение работ по геологическому изучению недр, разработка месторождений полезных ископаемых;

12) строительство и эксплуатация водохранилищ и иных искусственных водных объектов, а также гидротехнических сооружений и специализированных портов;

13) строительство, реконструкция, эксплуатация линейных объектов;

14) переработка древесины и иных лесных ресурсов;

15) осуществление религиозной деятельности;

16) иные виды, связанные с использованием, охраной, защитой, воспроизводством лесов, осуществляемые в соответствии с целевым назначением земель, на которых эти леса располагаются.

Для эффективного ведения лесного хозяйства и осуществления непрерывного и неистощительного пользования лесными ресурсами необходимо придерживаться принципов рационального лесопользования с

контролем состояния лесов и проведением уходных мероприятий для сохранения и повышения их потенциала.

Наиболее важное значение в системе мероприятий по уходу за лесом имеют прежде всего рубки ухода (Анучин, 1969; Хайретдинов, 1996; Сеннов, 2005; Азаренок, Залесов, 2015; Залесов, Луганский, 2002; Залесов, 2020; Данчева, Панкратов, 2021; Данчева, Залесов, 2022). Они проводятся в лесах любого назначения и направлены на усиление целевых функций и утилизацию той древесины, которая пошла бы в отпад в процессе естественного формирования древостоев.

Своевременно и регулярно проводимые рубки ухода с учетом зонально-типологических и морфолого-биологических закономерностей роста и развития насаждений, способствуют улучшению лесорастительной среды, повышению устойчивости насаждений и активизации процессов их метаболизма за счет разреживания древостоя, повышению продуктивности и усилению экологических функций лесов.

К системе ухода за лесом, помимо рубок ухода, относятся: внесение удобрений для улучшения среды лесовыращивания, лесосушительная мелиорация заболоченных лесных насаждений, использование при лесовыращивании быстрорастущих и высокопродуктивных пород-лесообразователей, а также введение подлеска и использование трав (люпина, клевера, вико-овсяной смеси и др.) для улучшения почв, реконструкция малоценных или расстроенных насаждений, которая путем соответствующих рубок или создания лесных культур обеспечит восстановление хозяйственно ценных пород, и др.

Проведение активных мер по семенному естественному возобновлению вносит важный вклад в систему ухода за лесом (Эколого-лесоводственные основы..., 1998; Сеннов, 2005; Залесов, 2020). Среди них: уход за сохраненным на вырубках подростом, очистка лесосек, рекультивация лесосек в необходимых случаях после работы агрегатных машин путем планировки площади с целью создания благоприятных условий для естественного лесовосстановления и производства лесных культур, проведение содействия естественному возобновлению под пологом насаждений, при проведении выборочных рубок, на вырубках и гарях.

Повышению устойчивости и продуктивности лесов способствуют рубки обновления и переформирования, рубки реконструкции малоценных насаждений, ухода за подростом и подлеском (Залесов, Бачурина, 2013; Хайретдинов, Залесов, 2011; Азаренок, Залесов, 2015; Леонова и др., 2022). Омоложение древостоев, не прибегая к искусственному лесовосстановлению, можно добиться при помощи проведения 1 - 2 приемных рубок обновления. При переформировании смена древостоя новым поколением должна производиться без перерыва в пользовании лесом, а также без существенного снижения рекреационных свойств.

Рубки переформирования являются эффективным лесоводственным мероприятием, позволяющим сформировать высокопродуктивные насаждения без искусственного лесовосстановления (Луганский, 1974;

Бузыкин и др., 2002; Абрамова и др., 2007; Залесов, Оплетаев, 2011; Оплетаев и др., 2014). Восстановление коренных хвойных древостоев на месте производных мягколиственных позволяет существенно повысить продуктивность насаждений, а, следовательно, является важной составляющей рационального лесопользования

Большой резерв в рациональном использовании лесных ресурсов заключается в увеличении выборочных рубок, особенно в защитных лесах (Азаренок, Залесов, 2015).

Не менее важное значение в сохранении и повышении выполнения соответствующих функций имеют проведение различных мероприятий в защитных лесах с учетом их специфики.

В защитных лесах следует создавать долговечные, высокопродуктивные и устойчивые насаждения, хорошо выполняющие санитарно-защитные, оздоровительные и эстетические функции (Бухтояров, Цыплакова, 1984; Генсирук и др., 1987; Позывайло, 1992; Данчева, Залесов, 2016). К одним из мероприятий, проведение которых будет способствовать вышеуказанным целям, относятся: реконструкция насаждений путем посадки устойчивых пород деревьев на свободных (в окнах и на полянах) и сильно разреженных участках с полнотой 0,3-0,4 и ниже; создание новых видов насаждений, устойчивых против действующих отрицательных факторов; систематическое проведение санитарных рубок в насаждениях лесопарков.

В пригородных лесах и зеленых зонах необходимо проводить их благоустройство и создание условий для организации отдыха и предотвращения возможных нарушений природной среды в результате чрезмерной рекреационной нагрузки на отдельные участки. Элементы благоустройства являются своеобразными психологическими мотивами, воздействующими на отдыхающих как средство, предупреждающее возможные лесонарушения (Пряхин, Николаенко, 1981; Рысин, 1983; Данчева и др., 2014; Данчева и др., 2017; Пономарева, Бунькова, 2021).

Работы по благоустройству природных лесов включают в себя современные приемы ведения лесного хозяйства, новейшие способы лесопаркового строительства и мероприятия по культурно-бытовому обслуживанию отдыхающих.

Благоустройство лесов и повышение их устойчивости включает в себя содержание существующих дорог, пешеходных троп и мостов в хорошем состоянии; проектирование и создание дорожно-тропиночной сети, объединяющей всю территорию в единое композиционное целое; строительство объектов, обслуживающих отдых, мест для пикников, смотровых площадок, установка малых архитектурных форм и других элементов (Бобров, 1977; Репшас, 1978; Меллума и др., 1982; Ханбеков, 1987; Клюкин, Ротанова, 2011; Бунькова и др., 2017).

Одним из основных и наиболее эффективных мероприятий, направленных на повышение эстетичности и устойчивости лесных насаждений являются ландшафтные рубки, проведением которых способствует формированию ландшафтов, опушек, видовых точек,

повышают декоративность участков леса (Ковтунов, 1973; Рысин, 1990; Луганский и др., 2008; Мусин, 2007, 2013; Залесов, Хайретдинов, 2011; Ибатуллина, Габдрахимов, 2014; Данчева и др., 2022). Лесоводственная цель ландшафтных рубок заключается в санитарно-гигиеническом оздоровлении территории; декоративно-эстетическом улучшении ландшафтов; повышении рекреационной ценности и емкости насаждений; повышении устойчивости ландшафтов к неблагоприятным факторам среды.

Путем проведения целенаправленных ландшафтных рубок и посадок добиваются создания куртинной структуры древостоя, подроста и подлеска, при этом учитывают дифференцированные для групп типов леса ассортименты целевых древесных пород, оптимальные сочетания закрытых, полуоткрытых пространств с высокой производительностью зеленой массы за счет развития живого напочвенного покрова, подлеска или подроста, а также открытых лесных ландшафтов (Формирование..., 1981; Мусин, 2000; Хайретдинов, 2007; Хайретдинов и др., 2010; Залесов, 2011). Куртинно-поляннй тип насаждений обладает наибольшей устойчивостью и способствует максимальному сохранению лесного ценоза при рекреационном использовании территории (Казанская и др., 1977; Ланина, 1982; Гусаченко и др., 1989; Клюкин, Ротанова, 2011; Воронин и др., 2021).

В некоторых случаях целесообразно предлагает проводить котловинно-выборочные и равномерно-выборочные рубки, которые способствуют обеспечению постоянства лесопользования в условиях повышенного лесопользования и сохранения санитарно-гигиенических и ландшафтных характеристик насаждений (Мусин, 2013).

Для повышения живописности и устойчивости лесных ландшафтов предлагается использовать древесно-кустарниковую растительность в виде ландшафтных групп на открытых местах, опушках и в древостое, аллеях, изгородях (Гусев, 1982; Преловский и др., 1989; Залесов и др., 2016; Арборетум лесного питомника... 2017; Соломенцева, 2022).

Таким образом, обеспечение устойчивого развития лесных насаждений с целью рационального, непрерывного и неистощительного пользования лесными ресурсами можно лишь путем проведения комплекса научно-обоснованных хозяйственных мероприятий, а также организации системы контроля над состоянием природных объектов с применением методов и способов лесной таксации.

Вопросы для самоконтроля

- 1. Какие виды использования лесов утверждены на законодательном уровне?*
- 2. На какие категории делятся леса по целевому назначению?*
- 3. Какие мероприятия проводятся в защитных лесах с целью повышения их устойчивости и успешного выполнения ими защитных функций?*
- 4. Какие основные виды лесохозяйственных мероприятий способствуют повышению продуктивности лесных насаждений?*

3. Таксация леса: основные понятия и определения

Таксация леса (от латинский *taxatio* – оценка) – учёт леса, его всесторонняя материальная оценка и составление технической характеристики (таксационной описания и плана) насаждений, определение их возраста, запаса (количества) древесины, прироста и объема отдельных деревьев и их частей (Анучин, 1960, 1971, 1977, 1982).

Лесная таксация – комплекс технических действий, направленных на выявление, учет и оценку количественных (запас) и качественных (товарность) характеристик лесных ресурсов.

Лесная таксация как практическая дисциплина разрабатывает методы таксации различных лесных объектов, способы учета запасов и выхода сортиментов отдельных древостоев, насаждений и лесных массивов, а также инструменты и способы их применения для измерения отдельных деревьев, древостоев, для разработки лесотаксационных нормативов и таблиц.

Лесная таксация как научная дисциплина изучает и разрабатывает методы всестороннего количественного и качественного учета и оценки древесины как на корню, так и в заготовленном виде, закономерностей строения, роста, прироста и производительности древостоев.

В ряду наук о лесе таксация – одна из основных, на которой базируется построение всей техники лесоводства. Поэтому она тесно связана со многими научными дисциплинами: ботаникой, дендрологией, древесиноведением, почвоведением, лесным товароведением, геодезией.

Объектами лесной таксации являются (Анучин, 1960, 1971, 1977, 1982):

- 1) отдельное дерево и его части
- 2) совокупность отдельных деревьев
- 3) совокупность частей отдельных деревьев в виде сортиментов
- 4) элемент леса, ярус древостоя, насаждения. Ярус древостоя – сочетание элементов леса, совместно произрастающих на одной территории, а различие в высотах не превышает 20%. Лесное насаждение – участок леса однородный по древесной, кустарниковой и травянистой растительности.

- 5) совокупность элементов леса – множество элементов леса, которые территориально разъединены, но включены в одну совокупность по каким-либо таксационным показателям.

- 6) лесной фонд – совокупность лесных и нелесных земель, на которых ведется лесное хозяйство

- 7) лесосечный фонд – совокупность лесных участков, отведенных в рубку на определенный год.

Первичная, наиболее простая учетная единица в таксации леса – срубленное или растущее дерево.

В лесной таксации, при проведении каких-либо измерений и расчетов различных показателей, невозможно обойтись без структурированной системы обозначений и единиц измерений (ГОСТ 8.010-99; ГОСТ 8.207-76).

В настоящее время в большинстве стран используется метрическая система – международная десятичная системы единиц, основанная на использовании метра и грамма.

В лесной таксации применяют следующие основные показатели и единицы их измерения (табл. 3.1):

Таблица 3.1 – Основные показатели, их обозначения и единицы измерения

№ п/п	Показатель	Обозначение	Единица измерения	Точность определения
1	Диаметр дерева	D, d	сантиметр (см)	0,1
2	Высота дерева	H, h	метр (м)	0,1
3	Длина ствола	L, l	метр (м)	0,1
4	Объем дерева	V, v	м ³	0,001
5	Площадей поперечного сечения дерева	G, g	м ²	0,0001
6	Абсолютная полнота (сумма площадей поперечных сечений стволов деревьев)	$\sum G$	м ² /га	0,01
7	Запас насаждения	M	м ³ /га	1
8	Возраст древостоя (дерева)	A	лет	1
9	Видовое число	F, f	–	0,001
10	Коэффициент формы ствола	q ₂	–	0,01
11	Площадь земель (лесного участка)	S	1 га	1; 0,1; 0,01
12	Количество деревьев	N	шт/га (экз/га)	1
13	Текущий прирост (по высоте, диаметру, объему, запасу)	z	в соответствии с показателем (м, см, м ³ , м ³ /га)	0,01; 0,1; 0,001; 0,1%
14	Средний прирост (по высоте, диаметру, объему, запасу)	Δ	в соответствии с показателем (м, см, м ³ , м ³ /га)	0,01; 0,1; 0,001; 0,1%
15	Средний сбеги ствола дерева	S _{ср}	см/м	0,01
16	Относительный сбеги ствола дерева	S _{отн}	%	0,1
17	Абсолютный сбеги ствола дерева	S _{абс}	см	0,1

Измерение – действие, устанавливающее численное отношение между измеряемой величиной и заранее выбранной единицей измерения, которую обычно называют масштабом или эталоном.

Измерения делят на прямые, косвенные и совокупные.

Прямые измерения – измерения, при которых результат получается непосредственно в процессе измерения. Пример – длина, диаметр дерева.

Прямые измерения осложняются в тех случаях, когда необходимо их выполнить с большой точностью. Приходится определять погрешность измерительных приборов и все условия их применения.

Косвенные измерения – измерения, при которых результаты получаются на основании прямых замеров нескольких величин, связанных с искомой величиной уравнением связи $y=F(x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$. *Например*, при определении объема ствола по замерам его длины и диаметров, форма древесного ствола.

Совокупные измерения. При совокупных измерениях искомые величины определяются из сочетания прямых и косвенных измерений.

Успех решения проблемы количественной и качественной оценки состояния и прогнозирования ожидаемой динамики реакции отдельных лесных насаждений на различные воздействующие факторы природного и антропогенного происхождения обусловлен методологией исследования.

Условиями эффективности оценки лесов являются (Мониторинг ..., 2004):

- отработанные методы получения объективной и разнообразной информации о состоянии окружающей среды и состоянии (норма и отклонение от нормы) основных компонентов экосистем на основе необходимого и достаточного количества выборочных данных;

- автоматизированные и высокотехнологичные методы обработки и анализа информации, позволяющие получить адекватную оценку наблюдаемой ситуации;

- возможность прогноза ситуации, основанной на использовании апробированных и постоянно улучшаемых экологических моделей, описывающих реакцию и поведение основных компонентов лесных экосистем под давлением наблюдаемых и изменяющихся обстоятельств;

- возможность принятия обоснованных решений разных типов, масштабов и категорий зависимости от законодательных и управленческих до экономических и технологических на основе использования эколого-экономических критериев и апробированных для разных ситуаций и уровней алгоритмов;

- разработку механизма обязательного выполнения принятых решений, анализ их результативности и возможность быстрой реакции и обоснованных поправок к решениям с целью их адаптации к изменяющимся ситуациям.

Только при соблюдении указанных условий современная составляющая оценки лесных насаждений различного целевого назначения может рассматриваться как система контроля, обеспечивающая устойчивое развитие и сохранение природных, антропогенно-природных и антропогенно-преобразованных территорий.

Основой учета лесных насаждений должны быть материалы лесоустройства, обеспечивающие регулярное поступление информации о лесах, их породном составе и структуре, количественном и качественном состоянии. Сопоставление материалов лесоустройства разных лет позволит устанавливать происходящие изменения на территориях самых различных размеров.

Весь цикл биогеоэкологических работ в лесах условно можно разделить на четыре этапа: предварительный, начальный, основной и дополнительный (Программа и методика..., 1966, 1974; Данчева, Залесов, 2015; Основы фитомониторинга, 2020).

Предварительный этап включает выбор объектов. Этот цикл работ предусматривает ознакомление с картографическими и лесоустроительными материалами и маршрутное обследование намеченных ключевых участков, из числа которых и выбираются объекты исследований.

При предварительном этапе исследований собираются сведения о характеристике природных условий района исследований, режимах хозяйства в настоящем и прошлом.

Начальный этап. На этой стадии исследований проводится комплекс лесотаксационных работ: закладка постоянных и временных пробных площадей.

Основной этап. Включает комплекс работ, связанных с получением количественных оценок отдельных сторон биогеоэкологического процесса и взаимодействий компонентов биогеоэкоценоза (всевозможные виды учета, связанные с выражением оценок на площадь: древостоя, подлеска, подростя, живого напочвенного покрова и т.д.).

Дополнительный этап. Включает экологические работы, касающиеся изучения потребностей пород-эдификаторов в отношении к ведущим факторам среды (например, анализ структуры производительности древостоев по классам роста деревьев и по ступеням толщины, чтобы обосновать интенсивность рубок ухода; изучение с помощью дендроклиматологии разногодичной динамики прироста стволовой древесины в зависимости от цикличности погодных условий; опыты стимулирования минерализации лесной подстилки посредством внесения химических веществ и т.д.).

Вопросы для самоконтроля

- 1. В чем заключается смысл таксации леса как научной и практической дисциплины?*
- 2. В чем заключается смысл оценки состояния лесных насаждений при помощи методов таксации?*
- 3. Что является объектами лесной таксации?*
- 4. Какие основные показатели и единицы их измерений используют в таксации леса?*
- 5. Какие виды измерений существуют при проведении таксационных работ в лесных насаждениях?*
- 6. На какие этапы делится цикл биогеоэкологических работ в лесных насаждениях?*

4. Таксация срубленных деревьев

Дерево состоит из корней, ствола и ветвей. Совокупность корней образует корневую систему, совокупность ветвей и сучьев – крону (Анучин, 1982). Нижняя часть растущего или срубленного дерева (бревна) является комлевой частью и называется комлем (комель).

Наибольшую ценность представляет ствол, который в зависимости от древесной породы, возраста, характера древостоя и условий роста составляет 60–85% общего объема дерева.

Таксация срубленных деревьев включает в себя *физические* и *стереометрические* способы (Анучин, 1982).

4.1. Физические способы определения объемов стволов срубленных деревьев

Различают следующие физические способы таксации срубленных деревьев:

1) ксилметрический способ, основанный на законе физики: тело, погруженное в жидкость, вытесняет ее в объеме, равном своему объему.

2) весовой способ, основанный на принципе: тело, погруженное в жидкость, теряет в весе столько, сколько весит вытесненная им жидкость.

Объем срубленного дерева с использованием *ксилметрического* способа определяется при помощи прибора - ксилометра, представляющего собой, в большинстве случаев, металлический цилиндр диаметром 50 см и высотой 2 м со шкалой уровня воды (рис. 4.1). Ксилометры делятся на два вида: с переменным и постоянным уровнем воды.

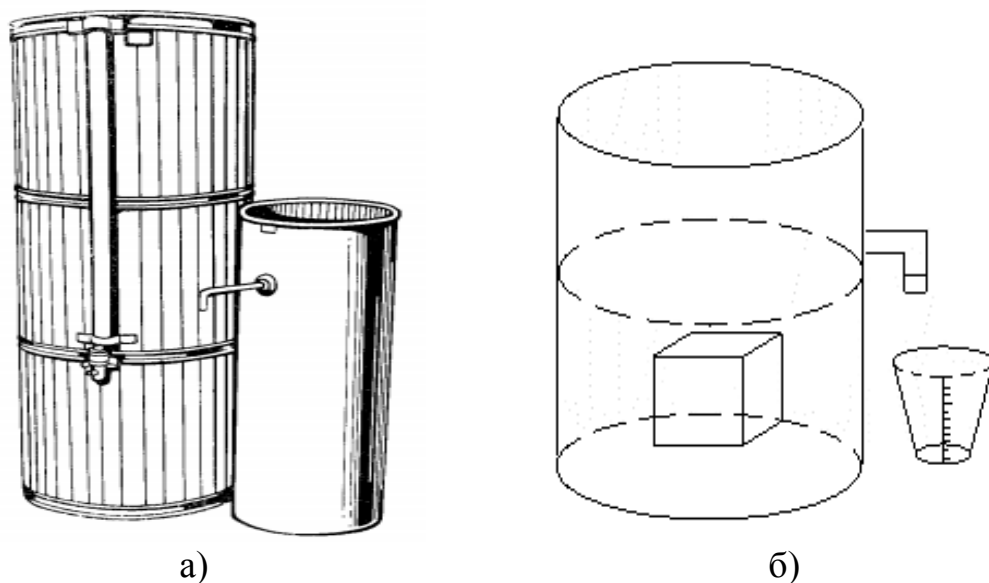


Рисунок 4.1 – Ксилометры: а) с переменным (слева) и постоянным (справа) уровнем воды; б) схематическое изображение принципа действия ксилометра

Ксилометр с переменным уровнем воды изображен на рисунке 4.1а. Прибор заполняется водой до уровня, совпадающим с нулевым делением шкалы. При погружении части ствола дерева в прибор уровень воды повышается. Число делений на шкале, превышающее нулевое значение после погружения части ствола дерева, является значением его объема в принятых для данного ксилометра объемных единицах.

На рисунке 4.1б показана схема действия ксилометра с постоянным уровнем воды. Часть ствола дерева, помещенного в ксилометр с постоянным уровнем воды, вытесняет количество воды через кран, по которому определяется его объем.

Весовой способ определения объема срубленного ствола дерева включает в себя использование гидростатических весов (рис. 4.2).



Рисунок 4.2 – Гидростатические весы (простой вариант) для определения объема срубленного дерева (его части)

Принцип действия данных весов заключается в следующем: часть срубленного дерева в начале взвешивается в воздухе, затем погружается в воду и взвешивается в воде. Перед погружением к нему крепится металлический груз, который также взвешиваю в воздухе и в воде. Разница между весом в воздухе и в воде, приходящаяся на одну древесину без потери в весе металлического груза, составляет вес (массу) воды, вытесненной древесиной.

При делении массы (W) части срубленного дерева, определенную в результате использования гидростатических весов разделить на его объем (V) получается значение плотности древесины (O), характеризующей соотношение между массой древесины и массой воды, взятых в одинаковых объемах.

По массе вытесненной воды находят ее объем (V , м³), путем деления веса (массы) (W , т) вытесненной воды на плотность (O , т) древесины (формула 4.1).

$$V = W/O \quad (4.1)$$

Следует учитывать, что плотность разных древесных пород различна. На данный показатель оказывает существенное влияние влажность древесины: чем больше влажность, тем больше удельный вес. Для определения показателя плотности различных древесных пород существуют стандартные таблицы.

При этом следует учитывать тот факт, что если масса взвешиваемой части срубленного дерева определена в тоннах (т), его объем получается в кубометрах (м³). Взвешивание должно осуществляться на десятичных весах.

Физические способы таксации объемов срубленных деревьев в настоящее время практически не используются в силу своей трудоемкости и сложности проведения измерений.

4.2. Стереометрические способы определения объемов стволов срубленных деревьев

Древесный ствол, как и отдельные его части, имеет некоторое сходство с правильными стереометрическими телами (цилиндр, конус). Поэтому при определении объемов растущих и срубленных деревьев или частей ствола могут быть применены законы и правила стереометрии (Анучин, 1982).

Для этого необходимо изучить форму ствола срубленного дерева в пространстве и плоскости.

Если древесный ствол разрезать вдоль ствола (по сердцевине вертикальной плоскостью), то в сечении получится фигура, ограниченная кривой, которая расположена симметрично по отношению к вертикальной оси (рис. 4.3).

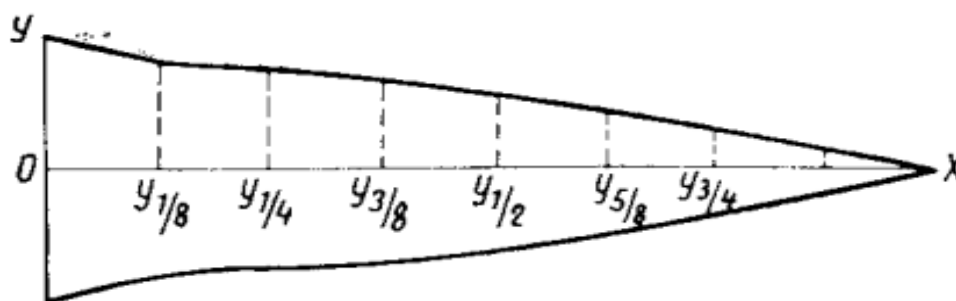


Рисунок 4.3 – Продольное сечение ствола дерева

При вращении, изображенной на рисунке 4.3, фигуры, как продольное сечение ствола дерева, вокруг своей оси (OX) образуется пространственная форма ствола дерева, ограниченная некоторой кривой (UX).

Под *формой ствола* дерева понимают его образующую по продольному сечению.

Таким образом, ствол дерева можно характеризовать как тело вращения. При этом любое сечение ствола дерева плоскостью перпендикулярной оси его продольного сечения представляет собой условно круг (рис. 4.4).

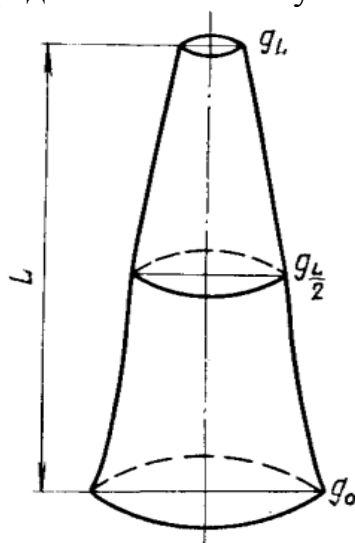
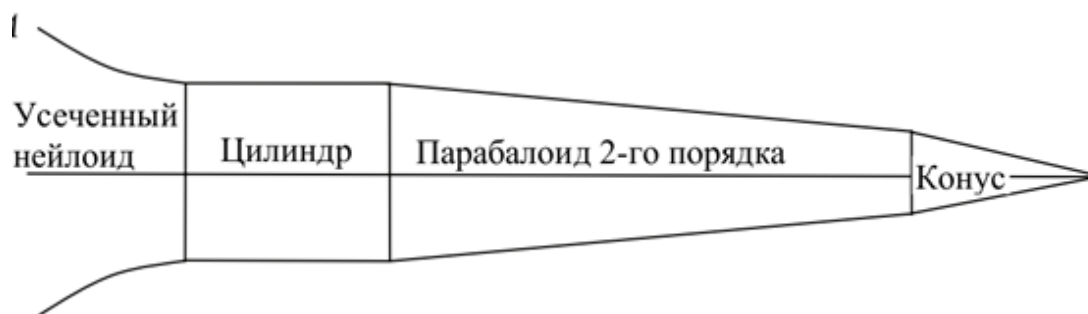


Рисунок 4.4 – Ствол дерева как тело вращения

Образующая древесного ствола – сложная кривая и на всем протяжении не может быть представлена одной кривой, так как по всей длине ствол дерева имеет вогнутые и выгнутые части. То есть образующая ствола дерева в большей степени представлена сочетанием разных кривых.

Научно доказано, что объем ствола наиболее точно определяется, если ствол дерева условно разделить на четыре части. То есть, ствол дерева, в большинстве случаев, можно представить в виде сочетания четырех стереометрических фигур (рис. 4.5):

- 1) нижняя часть ствола дерева – приближена к форме усеченного нейлоида;
- 2) следующая часть ствола дерева – к цилиндру;
- 3) большая часть ствола дерева приближена к форме усеченного параболоида
- 4) вершинная часть ствола дерева – к конусу



а)

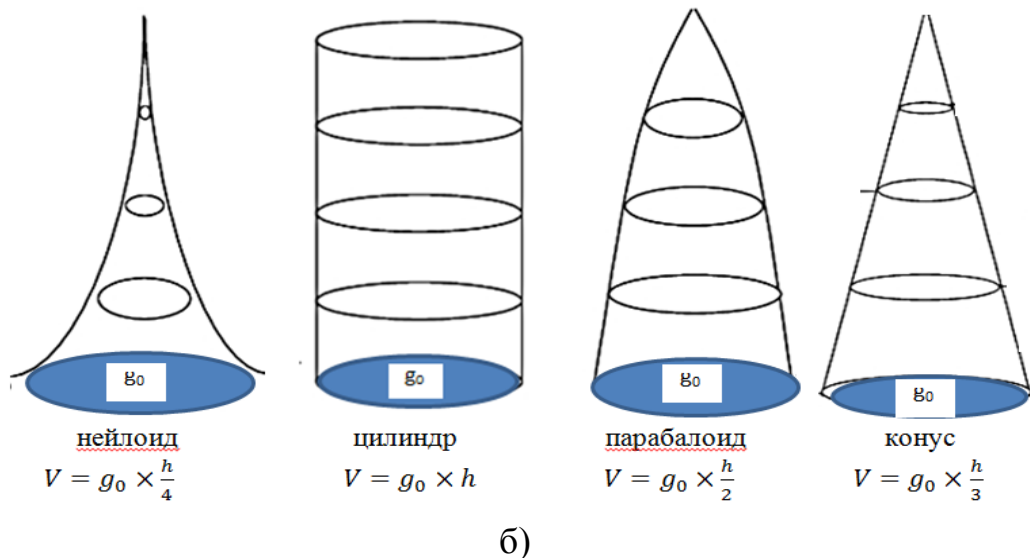


Рисунок 4.5 – Соответствие отдельных частей ствола дерева различным стереометрическим фигурам (а) и формулы расчета их объемов (б)

4.2.1. Простые формулы расчета объема ствола срубленного дерева

1) Формула срединного сечения (простая формула Губера)

При проведении расчета объема срубленного дерева форму его ствола принимают за форму параболоида (рис. 4.6).

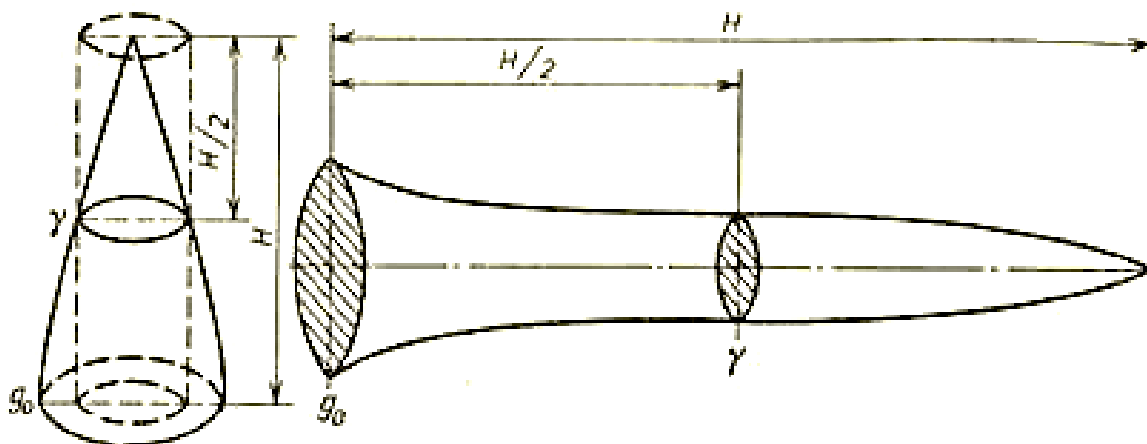


Рисунок 4.6 – Обозначение таксационных показателей, используемых при расчете объема ствола срубленного дерева по простой формуле Губера

Объем ствола срубленного дерева по простой формуле Губера рассчитывается по формуле:

$$V = \gamma \times H \quad (4.2)$$

где, V – объем ствола срубленного дерева, м^3 ;
 γ – площадь сечения на середине ствола дерева ($1/2H$), м^2 ;
 H – высота дерева (ствола), м.

Площадь поперечного сечения ствола дерева рассчитывается как площадь круга:

$$\gamma = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad (4.3)$$

где, γ – площадь поперечного сечения ствола дерева, см^2 ;
 π – число пи, равное 3,1416;
 D – диаметр ствола дерева на соответствующей в данной формуле высоте ствола срубленного дерева, см.

Следует принимать во внимание, что единицей измерения площади поперечного сечения ствола дерева (γ), рассчитываемой по формуле 4.3 является см^2 . В формуле 4.2, при определении объема ствола срубленного дерева (V), единица измерения площади поперечного сечения ствола дерева (γ) – м^2 . Следовательно, перед ее использованием в расчете объема ствола срубленного дерева по формуле 4.2, необходимо перевести единицу измерения площади поперечного сечения после ее расчета из см^2 в м^2 .

Пример: рассчитать объем ствола срубленного дерева со следующими параметрами: высота дерева (H) равна 25 м, диаметр ствола дерева (D) на середине высоты ствола равна 19,6 см.

а) рассчитываем площадь поперечного сечения ствола дерева (γ) по формуле 4.3:

$$\gamma = \frac{3,1416 \times 19,6^2}{4} = 301,566 \text{ см}^2 = 0,0302 \text{ м}^2$$

б) Проводим расчет объема ствола срубленного дерева по формуле 4.2:

$$V = 0,0302 \text{ м}^2 \times 25,0 \text{ м} = 0,755 \text{ м}^3$$

2) Простая формула Смалиана

Объем ствола срубленного дерева рассчитывается по следующей формуле:

$$V = \frac{g_0 + g_L}{2} \times L \quad (4.4)$$

где, V – объем ствола срубленного дерева, м^3 ;
 g_0 – площадь сечения ствола дерева у основания ствола, м^2 ;
 g_L – площадь сечения ствола дерева на расстоянии L от основания ствола, м^2 ;

L – длина ствола, м.

Схематическое изображение используемых таксационных показателей и место их измерения на стволе срубленного дерева представлено на рисунке 4.7.

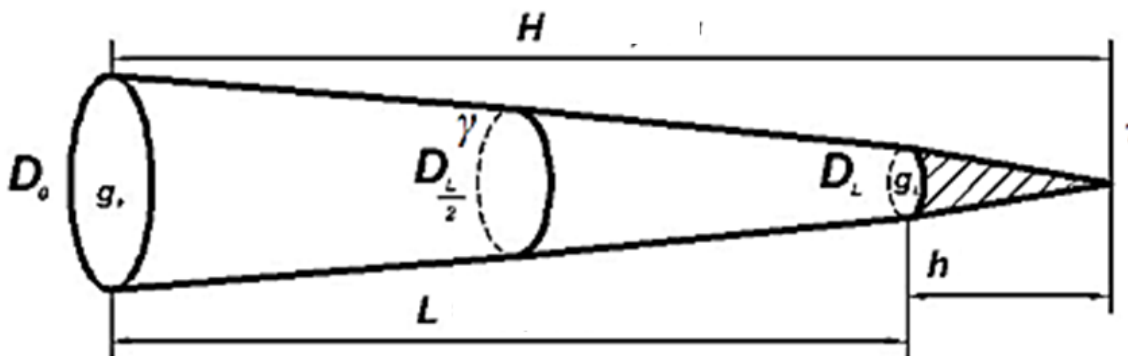


Рисунок 4.7 – Обозначение таксационных показателей для расчета объема срубленного дерева по простой формуле Смалиана и Ньютона-Рикке

Пример: рассчитать объем ствола срубленного дерева по простой формуле Смалиана, если известны: диаметр у основания ствола $d_0 = 28,0$ см; диаметр ствола на высоте L $d_L = 7,0$ см; длина ствола равна $L = 23,0$ м.

а) Рассчитываем площадь поперечного сечения ствола дерева у его основания, используя формулу 4.3:

$$g_0 = \frac{3,1416 \times 28,0^2}{4} = 615,75 \text{ см}^2 = 0,0616 \text{ м}^2$$

б) Рассчитываем площадь поперечного сечения ствола дерева на длине L , используя формулу 4.3:

$$g_L = \frac{3,1416 \times 7,0^2}{4} = 38,48 \text{ см}^2 = 0,0038 \text{ м}^2$$

в) рассчитываем объем ствола срубленного дерева по простой формуле Смалиана:

$$V = \frac{(0,0616 \text{ м}^2 + 0,0038 \text{ м}^2) \times 23,0 \text{ м}}{2} = 0,752 \text{ м}^3$$

3) Простая формула Ньютона-Рикке

В математике она называется формулой Ньютона. В лесной таксации ее впервые применил немецкий лесовод Рикке.

Все используемые таксационные показатели ствола срубленного дерева в данной формуле приведены на рисунке 4.7.

Объем ствола срубленного дерева по формуле Ньютона-Рикке рассчитывается:

$$V = (g_0 + 4 \times g_{1/2L} + g_L) \times L/6 \quad (4.5)$$

где, V – объем ствола срубленного дерева, м^3 ;
 g_0 – площадь сечения ствола дерева у основания ствола, м^2 ;
 g_L – площадь сечения ствола дерева на расстоянии L от основания
ствола, м^2 ;
 $g_{1/2L}$ – площадь сечения ствола дерева на середине длины ствола дерева,
 м^2 ;
 L – длина ствола, м.

Пример: рассчитать объем ствола срубленного дерева с использованием простой формулы Ньютона-Рикке. Данные для расчета: диаметр на середине ствола срубленного дерева $d_{1/2L} = 19,6$ см; диаметр у основания ствола $d_0 = 28,0$ см; диаметр ствола на высоте L $d_L = 7,0$ см; длина ствола дерева $L = 23,0$ м.

а) Рассчитываем площадь поперечного сечения ствола дерева у его основания, используя формулу 4.3:

$$g_0 = \frac{3,1416 \times 28,0^2}{4} = 615,75 \text{ см}^2 = 0,0616 \text{ м}^2$$

б) Рассчитываем площадь поперечного сечения ствола дерева на длине L , используя формулу 4.3:

$$g_L = \frac{3,1416 \times 7,0^2}{4} = 38,48 \text{ см}^2 = 0,0038 \text{ м}^2$$

в) Рассчитываем площадь поперечного сечения ствола дерева на середине ствола дерева, используя формулу 4.3:

$$g_{1/2L} = \frac{3,1416 \times 19,6^2}{4} = 301,72 \text{ см}^2 = 0,0302 \text{ м}^2$$

г) рассчитываем объем ствола срубленного дерева по простой формуле Ньютона-Рикке:

$$V = \frac{(0,0616\text{м}^2 + 4 \times 0,0302\text{м}^2 + 0,0038\text{м}^2) \times 23,0 \text{ м}}{6} = 0,714 \text{ м}^3$$

5) Простая формула Госфельда

Объем ствола срубленного дерева рассчитывается по следующей формуле:

$$V = \frac{(3 \times g_{1/3L} + g_L)}{4} \times L \quad (4.6)$$

где, V – объем ствола срубленного дерева, м^3 ;
 $g_{1/3L}$ – площадь сечения на $1/3$ длины ствола дерева, м^2 ;
 g_L – площадь сечения ствола на расстоянии L от основания дерева, м^2 ;
 L – длина ствола срубленного дерева, м.

Пример: рассчитать объем ствола срубленного дерева с использованием простой формулы Госфельда. Данные для расчета: диаметр на середине ствола срубленного

дерева $d_{1/3L} = 22,8$ см; диаметр ствола на высоте L $d_L = 7,0$ см; длина ствола дерева $L = 23,0$ м.

а) Рассчитываем площадь поперечного сечения ствола дерева на длине ствола дерева $1/3L$, используя формулу 4.3:

$$g_{1/3L} = \frac{3,1416 \times 22,8^2}{4} = 408,28 \text{ см}^2 = 0,0408 \text{ м}^2$$

б) Рассчитываем площадь поперечного сечения ствола дерева на длине L , используя формулу 4.3:

$$g_L = \frac{3,1416 \times 7,0^2}{4} = 38,48 \text{ см}^2 = 0,0038 \text{ м}^2$$

в) рассчитываем объем ствола срубленного дерева по формуле 4.6:

$$V = \frac{(3 \times 0,0408 \text{ м}^2 + 0,0038 \text{ м}^2) \times 23,0 \text{ м}}{4} = 0,725 \text{ м}^3$$

4.2.2. Сложные формулы расчета объема ствола срубленного дерева

Принцип расчета объема ствола срубленного дерева по сложным формулам основывается на разделении (условное разделение) ствола дерева на секции равной длины и расчете объема каждой секции по соответствующей формуле с использованием площади поперечного срединного сечения (простая формула Губера) или площади поперечного сечения у основания и в верхней части каждой секции.

Ствол срубленного дерева условно делится на секции одинаковой длины l (0,5; 1 или 2 м). В большинстве случаев длина секции принимается 2 м. При проведении более точных расчетов объемов срубленных деревьев длина секции принимается равной 1 м.

Схематическое изображение секционного разделения ствола срубленного дерева для расчетов его объема с использованием сложных формул приведено на рисунке 4.8.

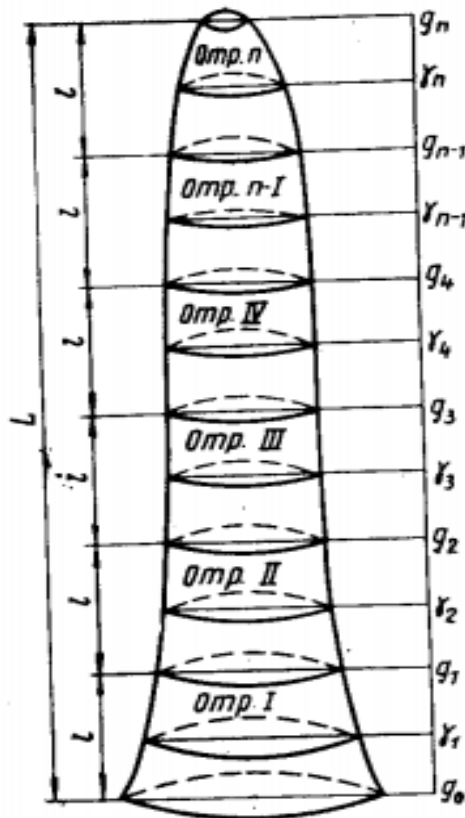


Рисунок 4.8 – Схематическое изображение разделение ствола срубленного дерева на секции

1) Сложная формула срединного сечения (сложная формула Губера)

Ствол срубленного дерева условно делится на секции одинаковой длины.

После этого проводят измерение диаметров посередине длины каждой секции секций и по значениям измеренных диаметров определяют площадь сечений (γ) каждой секции;

В сложной формуле Губера каждая секция ствола срубленного дерева по ее форме рассматривается как усеченный параболаид, объем которого определяется по формуле:

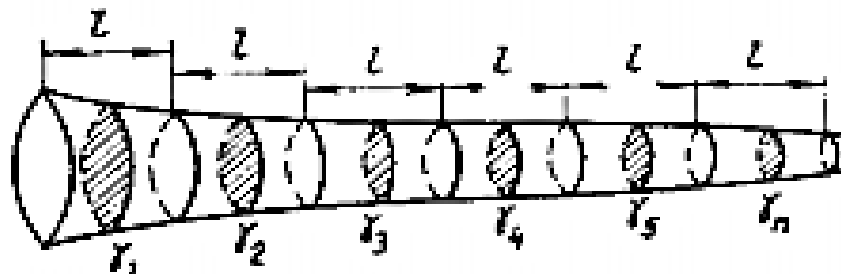
$$V = \gamma \times l \quad (4.6.1)$$

где, γ – площадь поперечного сечения на середине каждой секции, l – длина секции.

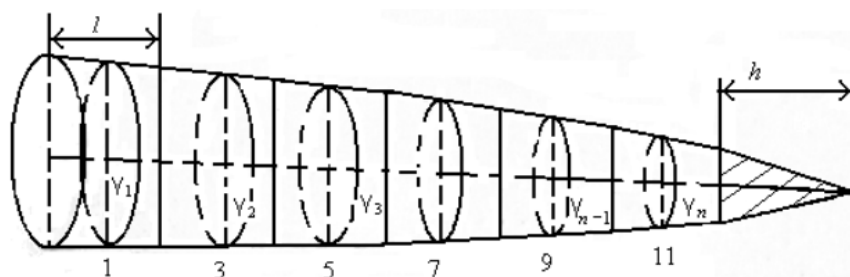
Суммируя рассчитанные объемы всех секций ствола срубленного дерева, получают общий объем ствола без вершины. При необходимости определения объема ствола всего дерева с вершиной, к сумме всех объемов

секций прибавляют объем вершины, рассчитанный по формуле конуса $V = \frac{\gamma \times h}{3}$.

Схематическое изображение разделение ствола дерева на секции и расположение необходимых для расчетов по сложной формуле Губера таксационных показателей представлены на рисунке 4.9.



а) для расчета объема ствола срубленного дерева без вершины



а) для расчета объема ствола срубленного дерева с вершиной

Рисунок 4.9 – Схема разделения ствола срубленного дерева на секции

Объем ствола срубленного дерева по сложной формуле Губера рассчитывается следующим способом:

$$V = \gamma_1 \times l + \gamma_2 \times l + \gamma_n \times l + V_{\text{верш}} \quad (4.7)$$

или преобразованная формула

$$V = (\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_n) \times l + \left(\frac{\gamma_{\text{верш}} \times h_{\text{верш}}}{3} \right) \quad (4.8)$$

где, V – объем ствола срубленного дерева, м^3 ;

$\gamma_1, \gamma_2 \dots \gamma_n$ – площадь сечения на середине отрезка (секции) ствола дерева, м^2 ;

l – длина отрезка (секции), равная 2 м;

$\gamma_{\text{верш}}$ – площадь сечения основания вершины срубленного дерева, м^2 ;

$h_{\text{верш}}$ – длина вершины, м.

Пример: рассчитать объем ствола срубленного дерева с вершиной по сложной формуле Губера при измеренных значениях диаметров $d_1 = 23,7$ см; $d_3 = 19,3$ см; $d_5 = 16,2$ см;

$d_7=14,3$ см; $d_9=12,8$ см; $d_{11}=10,4$ см; $d_{13}=8,3$ см; $d_{\text{верш}}=7,0$ см; длина секции $l = 2$ м; длина вершины $h_{\text{верш}} = 1,7$ м.

В приведенных данных диаметры измерены на середине каждой секции (рис. 4.8б), то есть всего количество секций – 7 штук по 2 метра длиной каждая. Всего длина ствола дерева составляет 14 м. Прибавляем длину вершины, получаем высоту срубленного дерева, равную 15,7 м.

а) рассчитываем площади сечений каждой секции по формуле 4.3:

$$\gamma_1 = \frac{3,1416 \times 23,7^2}{4} = 441,15 \text{ см}^2 = 0,0441 \text{ м}^2$$

$$\gamma_3 = \frac{3,1416 \times 19,3^2}{4} = 292,55 \text{ см}^2 = 0,0292 \text{ м}^2$$

$$\gamma_5 = \frac{3,1416 \times 16,2^2}{4} = 206,12 \text{ см}^2 = 0,0206 \text{ м}^2$$

$$\gamma_7 = \frac{3,1416 \times 14,3^2}{4} = 160,61 \text{ см}^2 = 0,0161 \text{ м}^2$$

$$\gamma_9 = \frac{3,1416 \times 12,8^2}{4} = 128,68 \text{ см}^2 = 0,0129 \text{ м}^2$$

$$\gamma_{11} = \frac{3,1416 \times 10,4^2}{4} = 84,95 \text{ см}^2 = 0,0085 \text{ м}^2$$

$$\gamma_{13} = \frac{3,1416 \times 8,3^2}{4} = 54,11 \text{ см}^2 = 0,0054 \text{ м}^2$$

$$\gamma_{\text{верш}} = \frac{3,1416 \times 7,0^2}{4} = 38,48 \text{ см}^2 = 0,0038 \text{ м}^2$$

б) рассчитываем объем ствола срубленного дерева по формуле 4.8:

$$V = (0,0441\text{м}^2 + 0,0292\text{м}^2 + 0,0206\text{м}^2 + 0,0161\text{м}^2 + 0,0129\text{м}^2 + 0,0085\text{м}^2 + 0,0054\text{м}^2) \times 2\text{м} + \left(\frac{0,0038\text{м}^2 \times 1,7\text{м}}{3} \right) = 0,2736\text{м}^3 + 0,0022\text{м}^3 = 0,276\text{м}^3$$

2) Расчет объем ствола срубленного дерева с использованием сложной формулы Смалиана

$$V = \left(\frac{g_0+g_2}{2} \right) \times l + \left(\frac{g_2+g_4}{2} \right) \times l + \left(\frac{g_4+g_6}{2} \right) \times l + \dots + \left(\frac{g_n+g_{n+2}}{2} \right) \times l \quad (4.9)$$

или

$$V = \left(\frac{g_0+g_2}{2} \right) \times l + \left(\frac{g_2+g_4}{2} \right) \times l + \left(\frac{g_4+g_6}{2} \right) \times l + \dots + \left(\frac{g_n+g_{n+2}}{2} \right) \times l + \frac{\gamma_{\text{верш}} \times h_{\text{верш}}}{3} \quad (4.10)$$

где, V – объем ствола срубленного дерева, м^3 ;

$g_0 \dots g_{n+2}$ – площадь поперечного сечения двух сторон каждой секции ствола дерева, м^2 ;

l – длина отрезка (секции), равная 2 м;

$\gamma_{\text{верш}}$ – площадь сечения основания вершины срубленного дерева, м^2 ;

$h_{\text{верш}}$ – длина вершины, м.

Пример: рассчитать объем ствола срубленного дерева с использованием сложной формулы Смалиана при следующих значениях диаметров $d_0=25,1$ см; $d_2=21,6$ см; $d_4=17,4$ см; $d_6=15,5$ см; $d_8=13,3$ см; $d_{10}=11,9$ см; $d_{12}=9,2$ см; $d_{14}=7,0$ см; длина вершины $h_{\text{верш}}=1,7$ м.

В приведенных данных диаметры измерены с двух сторон каждой секции (рис. 4.8а), то есть всего количество секций – 7 штук по 2 метра длиной каждая. Всего длина ствола дерева составляет 14 м. Прибавляем длину вершины, получаем высоту срубленного дерева, равную 15,7 м.

а) рассчитываем площади сечений каждой секции по формуле 4.3:

$$g_0 = \frac{3,1416 \times 25,1^2}{4} = 494,81 \text{ см}^2 = 0,0495 \text{ м}^2$$

$$g_2 = \frac{3,1416 \times 21,6^2}{4} = 366,44 \text{ см}^2 = 0,0366 \text{ м}^2$$

$$g_4 = \frac{3,1416 \times 17,4^2}{4} = 237,79 \text{ см}^2 = 0,0238 \text{ м}^2$$

$$g_6 = \frac{3,1416 \times 15,5^2}{4} = 188,69 \text{ см}^2 = 0,0189 \text{ м}^2$$

$$g_8 = \frac{3,1416 \times 13,3^2}{4} = 135,80 \text{ см}^2 = 0,0136 \text{ м}^2$$

$$g_{10} = \frac{3,1416 \times 11,9^2}{4} = 111,22 \text{ см}^2 = 0,0111 \text{ м}^2$$

$$g_{12} = \frac{3,1416 \times 9,2^2}{4} = 66,48 \text{ см}^2 = 0,0066 \text{ м}^2$$

$$g_{14} = \frac{3,1416 \times 7,0^2}{4} = 38,48 \text{ см}^2 = 0,0038 \text{ м}^2$$

Примечание: в сложной формуле Смалиана диаметр верхнего торца (части) последней секции ствола дерева является диаметром основания вершины дерева, поэтому:

$$g_{\text{верш}} = \frac{3,1416 \times 7,0^2}{4} = 38,48 \text{ см}^2 = 0,0038 \text{ м}^2$$

б) рассчитываем объем ствола срубленного дерева по формуле 4.10:

$$\begin{aligned} V &= \left(\frac{0,0495 \text{ м}^2 + 0,0366 \text{ м}^2}{2} \right) \times 2 \text{ м} + \left(\frac{0,0366 \text{ м}^2 + 0,0238 \text{ м}^2}{2} \right) \times 2 \text{ м} + \left(\frac{0,0238 \text{ м}^2 + 0,0189 \text{ м}^2}{2} \right) \times 2 \text{ м} \\ &+ \left(\frac{0,0189 \text{ м}^2 + 0,0136 \text{ м}^2}{2} \right) \times 2 \text{ м} + \left(\frac{0,0136 \text{ м}^2 + 0,0111 \text{ м}^2}{2} \right) \times 2 \text{ м} \\ &+ \left(\frac{0,0111 \text{ м}^2 + 0,0066 \text{ м}^2}{2} \right) \times 2 \text{ м} + \left(\frac{0,0066 \text{ м}^2 + 0,0038 \text{ м}^2}{2} \right) \times 2 \text{ м} + \left(\frac{0,0038 \text{ м}^2 \times 1,7 \text{ м}}{3} \right) \\ &= 0,0861 \text{ м}^3 + 0,0604 \text{ м}^3 + 0,0427 \text{ м}^3 + 0,0325 \text{ м}^3 + 0,0247 \text{ м}^3 + 0,0177 \text{ м}^3 + 0,0104 \text{ м}^3 \\ &+ 0,0022 \text{ м}^3 = 0,277 \text{ м}^3 \end{aligned}$$

4.3. Сбег ствола и его влияние на объем древесины

Диаметры древесного ствола от комля (нижней части ствола дерева) к вершине постепенно уменьшаются. Это уменьшение, приходящееся на единицу длины ствола (чаще 1 м), называется *сбегом* (Анучин, 1982).

Сбег ствола – это уменьшение диаметра или площади сечения ствола на единицу его длины (рис. 4.10).

На отдельных участках ствола величина сбega различна: в нижней части из-за корневых наплывов он будет довольно большим, в средней части ствола – уменьшается, в вершине – снова возрастет.

Сбег влияет на выход деловой древесины, так как вырост распиловки древесного ствола качественных пиломатериалов получается из его цилиндрической части.

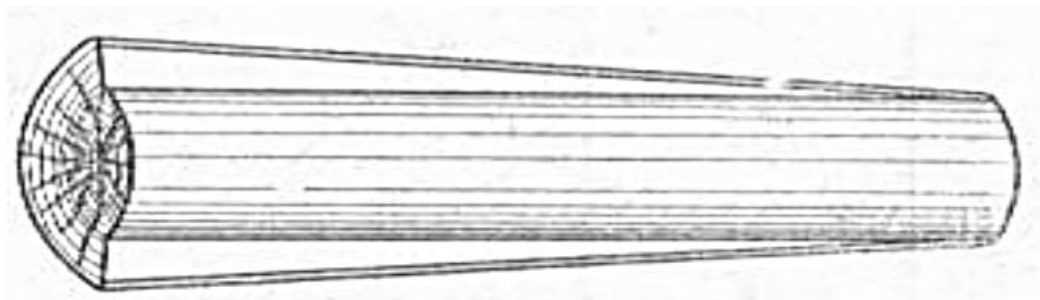


Рисунок 4.10 – Разделение бревна на цилиндрическую часть и зону сбega

Различают:

1) *абсолютный сбег* ($S_{\text{абс}}$) – это разница между диаметрами двух сечений ствола, отстоящих одно от другого на расстоянии l (1 м).

Пример: диаметр ствола на расстоянии 1 м от комля $D_1 = 30$ см; диаметр ствола на расстоянии 2 м от комля $D_2 = 28,4$ см. Разность между этими двумя диаметрами, равная 1 см, и составляет абсолютный сбег на этом участке ствола, то есть

$$S_{\text{абс}} = 30 \text{ см} - 28,4 \text{ см} = 1,6 \text{ см}$$

2) *средний сбег* – это разность между диаметрами в нижней и верхней части (торце) ствола дерева (бревна), деленная на длину ствола дерева (бревна)

$$S_{\text{ср}} = \frac{D_{\text{н}} - d_{\text{в}}}{L} \quad (4.11)$$

где, $S_{\text{ср}}$ – средний сбег, см/м;

$D_{\text{н}}$ – диаметр в нижней части (торце) ствола дерева (бревна), см;

$d_{\text{в}}$ – диаметр в верхней части (торце) ствола дерева (бревна), см;

L – длина ствола дерева (бревна), м.

Пример: диаметр в нижней части (торце) ствола дерева $D_n=22,4$ см; диаметр в верхней части (торце) ствола дерева $d_v=8,5$ см; длина ствола дерева $L=20,0$ м

$$S_{\text{cp}} = \frac{(22,4 \text{ см} - 8,5 \text{ см})}{20,0 \text{ м}} = 0,7 \text{ см/м}$$

Необходимо иметь в виду тот факт, что при определении среднего сбега бревен, изготовленных из комлевой части ствола срубленного дерева с наличием корневых наплывов, длину бревна уменьшают на 1 м для исключения из расчетов сбега бревна корневого наплыва.

3) *относительный сбега* ($S_{\text{отн}}$) – это отношение абсолютного сбега к диаметру на высоте 1,3 м. Диаметр ствола дерева на высоте 1,3 м принимается за 100%. Все прочие диаметры, измеряемые в разных сечениях ствола, выражаются в процентах от диаметра на высоте 1,3 м.

Пример: диаметр ствола дерева на высоте 1,3 м $D = 26,2$ см; диаметра на расстоянии 5 м от основания ствола дерева равен 24,3 см; диаметра на расстоянии 6 м от основания ствола дерева составляет 22,4 см.

а) рассчитываем абсолютный сбега ствола дерева на высоте между 5 м и 6 м

$$S_{\text{абс}} = 24,3 \text{ см} - 22,4 \text{ см} = 1,9 \text{ см}$$

б) рассчитываем относительный сбега ствола дерева

$$S_{\text{отн}} = \frac{1,9 \times 100\%}{26,2 \text{ см}} = 7,2\%$$

Таким образом, величина относительного сбега на высоте ствола дерева между 5 и 6 м составит 7,2%.

4.4. Коэффициент формы ствола дерева

Для характеристики формы ствола дерева используют соотношения диаметров на различной высоте дерева. Помимо коэффициента формы ствола для его оценки используется видовое число. Данный показатель более подробно изучен и описан в разделе 5 (формула 5.8 и 5.9).

Отношение любого диаметра ствола дерева к диаметру на высоте 1,3 м называется *коэффициентом формы*.

В ходе таксационных работ чаще всего используют значения коэффициента формы ствола по диаметру в комлевой части (у шейки корня), на $\frac{1}{4}$ части и на $\frac{3}{4}$ части ствола дерева.

Таким образом, форма ствола дерева характеризуется коэффициентом формы q , представляющим собой отношение диаметров на фиксированных высотах к диаметру на высоте 1,3 м.

Коэффициент формы ствола определяется по формулам:

$$q_0 = \frac{d_0}{d_{1,3}} \quad (4.12)$$

$$q_1 = \frac{d_1}{d_{1,3}} \quad (4.13)$$

$$q_2 = \frac{d_2}{d_{1,3}} \quad (4.14)$$

$$q_3 = \frac{d_3}{d_{1,3}} \quad (4.15)$$

где, q_0, q_1, q_2, q_3 – коэффициента формы ствола по диаметру в комлевой части дерева (у основания дерева), на $\frac{1}{4}$ части и на $\frac{3}{4}$ части ствола дерева соответственно;

d_0, d_1, d_2, d_3 – это диаметры соответственно у основания ствола, на $\frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{3}{4}$ высоты ствола.

Наиболее чаще в лесоустроительных, научных и других работах используют коэффициент формы q_2 , который характеризует полнодревесность ствола.

Древесные стволы по коэффициенту формы q_2 классифицируют следующим образом:

- 1) малосбежистые – 0,75 ... 0,802
- 2) среднесбежистые – 0,65 ... 0,70
- 3) сбежистые – 0,55 ... 0,60.

4.5 Обмер и учет круглых лесоматериалов

Обмер и учет круглых лесоматериалов проводит согласно требованиям, установленным в государственном стандарте (ГОСТ 32594-2013).

Длину круглых лесоматериалов измеряют мерными рейками, мерными лентами и рулетками, толщину (диаметр) – мерными вилками, мерными скобами или складным метром.

Толщину (диаметр) бревен и кряжей измеряют в верхнем торце в разных направлениях. При измерении толщины необходимо брать среднее значение между большим и меньшим диаметрами. Диаметры круглых деловых лесоматериалов измеряют без коры.

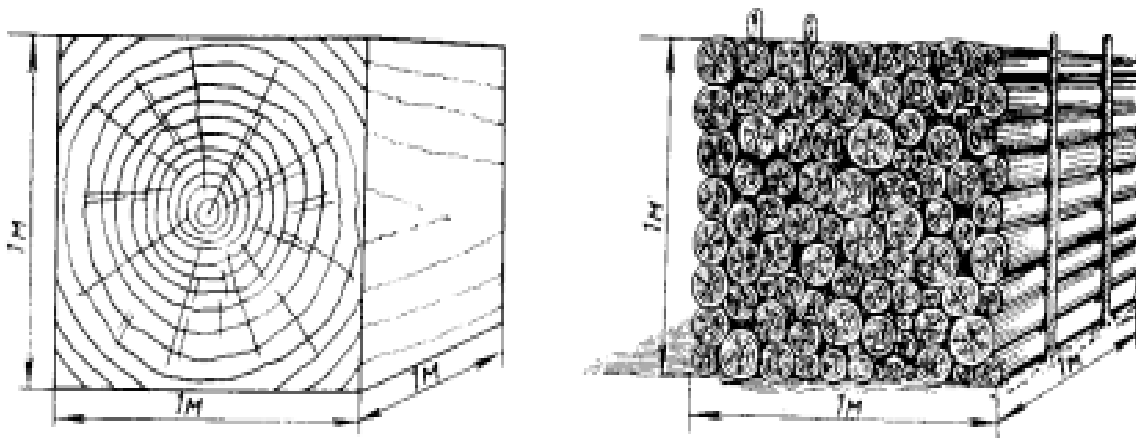
Для партии лесоматериалов, содержащей более 100 шт. бревен, вместо замера наибольшего и наименьшего диаметров допускается измерять один диаметр при обязательном измерении диаметров бревен всей партии в одном направлении.

Единицы учета. Количество древесины учитывают по объему. За единицу учета древесины по объему принимают кубометр в плотной массе или складочной мере.

Отличие складочного кубометра от плотного состоит в том, что складочный кубометр включает в себя все пустоты, имеющиеся между отдельными лесоматериалами (рис. 4.11).

Складочный кубический метр - это такое количество древесины, которое занимает пространство, равное по длине, ширине и высоте 1 м. В объем складочного кубического метра входят все промежутки между поленьями.

Плотный кубический метр – это такое количество древесины, которое занимает пространство, имеющее длину, ширину и высоту, равную 1 м. все пространство в плотном кубическом метре целиком занято древесиной без промежутков между отдельными отрезками.



а) плотный кубический метр

б) складочный кубический метр

Рисунок 4.11 – Общий вид плотного (а) и складочного (б) кубометра

Объем партии круглых лесоматериалов вычисляют как сумму объемов отдельных бревен, входящих в партию.

Результаты определения объема круглых лесоматериалов округляют:

- до 0,001 м³ – при определении объема одного бревна;
- до 0,01 м³ – при определении объема партии бревен.

Деловые лесоматериалы длиной более 2 м, дровяное долготье более 3 м, лесоматериалы длиной до 2 м, предназначенные для лущения и строгания, выработки авиационных пиломатериалов, лыжных заготовок, а также лесоматериалы из ценных пород древесины подлежат поштучному обмеру и учету в плотной мере.

Определение объемных показателей круглых лесоматериалов проводят следующими способами:

- 1) поштучный обмер и определение объемов круглых лесоматериалов (бревен) с использованием формул.
- 2) использование объемных таблиц на основе измеренных показателей диаметра в верхнем торце и длины круглых лесоматериалов (бревен).
- 3) определение объемов лесоматериалов в штабелях с использованием переводных коэффициентов.

4.5.1 Поштучный обмер и учет круглых лесоматериалов (бревен)

Поштучному обмеру и учету в плотной мере подлежат деловые сортименты длиной более 2 м, технологические дрова, дровяное долготье длиной более 3 м и деловые сортименты длиной до 2 м включительно для лущения, строгания, выработки специальных пиломатериалов и заготовок.

1) Балансы и рудничные стойки длиной до 2 м включительно, дрова и дровяное долготье длиной до 3 м включительно независимо от толщины подлежат складочному обмеру с последующим переводом в плотную меру.

2) Наряду с поштучным обмером лесоматериалов допускается при сплотке лесоматериалов на воде, а также при железнодорожном транспортировании геометрический обмер древесины по инструкции, утвержденной в установленном порядке, или автоматизированный обмер бревен, пакетов и пучков приборами и механизмами серийного изготовления.

Измерение диаметра. Если измеряемый диаметр бревен не превышает 20 см, проводят одно измерение для каждого из бревен, располагая измерительный инструмент (мерную вилку) в одном (например, горизонтальном) направлении. Для бревен, которые по визуальной оценке признают овальными, проводят два измерения диаметра перпендикулярно друг другу с последующим расчетом среднеарифметического значения.

Если измеряемый диаметр бревен превышает 20 см, а число таких бревен в партии менее 100 шт., проводят два измерения диаметра перпендикулярно друг другу и вычисляют среднеарифметическое значение. Для бревен, которые по визуальной оценке признают круглыми, допускается проводить одно измерение диаметра.

Для определения объема бревна измеряют:

- 1) верхний диаметр – d ;
- 2) нижний диаметр – D ;
- 3) срединный диаметр (диаметр на середине длины бревна) – d_c .

При этом измерения проводят без коры.

1) Метод срединного сечения определения объема лесоматериала (бревна)

Метод предусматривает расчет объема цилиндра, основанием которого служит площадь поперечного сечения, взятого на середине бревна без коры.

Объем бревна методом срединного сечения определяется по формуле:

$$V = \frac{3,1416 \times d_c^2 \times L}{4 \times 10000} \quad (4.16)$$

где, V – объем бревна, m^3 ;

d_c – срединный диаметр бревна без коры, см;

L – длина бревна, м.

Пример: рассчитать объем бревна методом срединного сечения по измеренным значениям $d_c=21,2$ см, $L=19,6$ м

$$V = \frac{3,1416 \times 21,2_{\text{см}}^2 \times 19,6 \text{ м}}{4 \times 10000} = 0,692 \text{ м}^3$$

2) Определение объема лесоматериала (бревна) методом усеченного конуса

Для расчета объема лесоматериала (бревна) методом усеченного конуса необходимо провести измерение верхнего диаметра, нижнего диаметра и длины бревна.

Расчет объема бревна без коры, проводят по формуле:

$$V = \frac{3,1416 \times L \times (d^2 + D^2 + d \times D)}{12 \times 10000} \quad (4.17)$$

где, V – объем бревна, м^3 ;

d – диаметр бревна в верхнем торце без коры, см;

D – диаметр бревна в нижнем торце без коры, см;

L – длина бревна, м.

Пример: рассчитать объем бревна методом усеченного конуса по данным $d=9,8$ см, $D=31,6$ см, $L=19,6$ м.

$$V = \frac{3,1416 \times 19,6 \text{ м} \times (9,8_{\text{см}}^2 + 31,6_{\text{см}}^2 + 9,8 \text{ см} \times 31,6 \text{ см})}{12 \times 10000} = 0,720 \text{ м}^3$$

3) Секционный метод определения объема лесоматериала (бревна)

Метод основан на суммировании объема секций бревна, форму которого и форму секций принимают за усеченный конус.

Для расчета объема бревна данным методом необходимо провести измерение диаметра бревна с корой в верхнем и нижнем его торцах и в конце каждой секции через равные отрезки длиной от одного измерения до другого.

Для расчета объема бревна секционным методом используют формулу:

$$V = \left(\frac{3,1416 \times l_i}{12 \times 10000} \times \sum_{i=1}^{n-1} (d_1^2 + D_1^2 + d_1 \times D_1) \right) + \frac{3,1416 \times l_n \times (d_n^2 + D_n^2 + d_n \times D_n)}{12 \times 10000} \quad (4.18)$$

где, V – объем бревна, м^3 ;

l_i – длина секций заданного размера, м;

i – порядковый номер секций от 1 до n ;

l_n – длина последней секции n , имеющей меньшую длину, чем l , м;

n – общее количество секций;
 $n-1$ – количество секций равной длины;
 d_i, d_n – верхний диаметр секции бревна без коры заданной длины (для d_i) и последней, более короткой, секции (для d_n), см;
 D_i, D_n – нижний диаметр секции бревна без коры заданной длины (для D_i) и последней, более короткой, секции (для D_n), см.

Пример: рассчитать объем бревна секционным методом по измеренным следующим показателям:

длина бревна $L=19,6$ м, $l_i = 2$ м (длина каждой секции)

диаметры в верхнем и нижнем торце каждой секции равны:

1 секция $d_1=28,1$ см $D_1=31,6$ см

2 секция $d_2=25,4$ см $D_2=28,1$ см

3 секция $d_3=21,5$ см $D_3=25,4$ см

4 секция $d_4=19,0$ см $D_4=21,5$ см

5 секция $d_5=17,0$ см $D_5=19,0$ см

6 секция $d_6=14,8$ см $D_6=17,0$ см

7 секция $d_7=12,7$ см $D_7=14,8$ см

8 секция $d_8=11,0$ см $D_8=12,7$ см

9 секция $d_9=10,5$ см $D_9=11,0$ см

10 секция $d_{10}=9,8$ см $D_{10}=10,5$ см

$l_n=1,6$ м (длина последней 10 секции, более короткой, чем все секции). Расчет длины данной секции таково: 9 секций по 2 метра длиной равно 18 м.

$l_n = 19,6$ м - 18 м = 1,6 м.

$$\begin{aligned}
 V = & \left(\frac{3,1416 \times 2}{12 \times 10000} \times ((28,1_{\text{см}}^2 + 31,6_{\text{см}}^2 + 28,1_{\text{см}} \times 31,6_{\text{см}}) + (25,4^2 + 28,1^2 + 25,4 \times 28,1) + (21,5^2 + 25,4^2 + \right. \\
 & 21,5 \times 25,4) + (19,0^2 + 21,5^2 + 19,0 \times 21,5) + (17,0^2 + 19,0^2 + 17,0 \times 19,0) + (14,8^2 + 17,0^2 + 14,8 \times \\
 & 17,0) + (12,7^2 + 14,8^2 + 12,7 \times 14,8) + (11,0^2 + 12,7^2 + 11,0 \times 12,7) + (10,5^2 + 11,0^2 + 10,5 \times 11,0)) \left. \right) + \\
 & \left(\frac{3,1416 \times 1,6}{12 \times 10000} \times (9,8_{\text{см}}^2 + 10,5_{\text{см}}^2 + 9,8_{\text{см}} \times 10,5_{\text{см}}) \right) = 0,564 \text{ м}^3 + 0,013 \text{ м}^3 = 0,576 \text{ м}^3
 \end{aligned}$$

4) Определение объема бревна методом верхнего диаметра и среднего сбега

Метод предусматривает определение объема бревна по преобразованной формулы формуле 4.18 метода срединного сечения.

С учетом большей технологичности процесса измерения верхнего диаметра бревна по сравнению с измерением срединного диаметра бревна без коры срединный диаметр не измеряют, а вычисляют.

Вычисления проводят путем пересчета верхнего диаметра в срединный диаметр с использованием сбега по формуле:

$$d_c = d + S \times L/2 \quad (4.19)$$

где, d_c – срединный диаметр, см;

d – верхний диаметр бревна, см;

S – сбег бревна, см/м;

L – длина бревна, м.

Подставив в формулу 4.16 расчета объема бревна методом срединного сечения вместо срединного диаметра формулу 4.19 получаем преобразованную формулу расчета объема бревна методом верхнего диаметра и среднего сбега:

$$V = \frac{3,1416 \times L \times (d + S_{cp} \times L/2)^2}{4 \times 10000} \quad (4.20)$$

где, V – объем бревна, м³;
 L – длина бревна, м;
 d – верхний диаметр бревна, см;
 S_{cp} – среднеарифметическое значение среднего сбега партии бревен, см/м.

Средний сбега бревна (ствола) вычисляют по формуле:

$$S = \frac{(D-d)}{L} \dots \dots \dots (4.21)$$

где S – средний сбега бревна (ствола), см/м
 D – диаметр в нижней части (торце) бревна, см;
 d – диаметр в верхней части (торце) бревна, см;
 L – длина бревна, м.

По результатам измерений бревен выборки вычисляют среднеарифметическое значение сбега бревен (S_{cp} , см/м).

Используя рассчитанный средний сбега бревна по формуле 4.21, можно рассчитать объем одного бревна по формуле 4.20.

5) Расчет объемов круглых лесоматериалов (бревен) методом верхнего диаметра и сбега как функции верхнего диаметра

Метод определения объема круглых лесоматериалов по верхнему диаметру и сбега как функции верхнего диаметра основан на применении преобразованной формулы усеченного конуса (формула 4.17).

Для этого необходимы значения измеренных двух параметров – верхнего диаметра и длины бревен.

Значение нижнего диаметра бревна вычисляют на основе измеренного верхнего диаметра и длины бревна, а также расчетного сбега по формуле:

$$D_p = d + S \times L \quad (4.22)$$

где, D_p – нижний диаметр бревна, см;

d – верхний диаметр, см;
 S – расчетный сбег, выраженный функцией связи с верхним диаметром, см/м;
 L – длина бревна, м.

Подставив в формулу расчета объема бревна по методу усеченного конуса (4.17) вместо нижнего диаметра (D) его определения по формуле 4.22, получим преобразованную формулу расчета объема бревна по методу верхнего диаметра и сбega как функции верхнего диаметра:

$$V = 0,00002618 \times L \times (d^2 + (d + S \times L)^2 + d \times (d + S \times L)) \quad (4.23)$$

где, V – объем бревна, м³;
 L – длина бревна, м;
 d – верхний диаметр бревна, см;
 D_p – расчетное значение нижнего диаметра, см;
 S – расчетный сбег, выраженный функцией связи с верхним диаметром, см.

Уравнение зависимости расчетного сбega от верхнего диаметра бревен имеет следующее выражение:

$$S = 2,889 + 0,0987 \times d - 0,8664 \times \sqrt{d} \quad (4.24)$$

где, S – сбег бревна, см;
 d – верхний диаметр бревна, см.

Преобразование формулы 4.23 путем замены в ней сбega (S) на формулу 4.24 представляет собой рабочую формулу определения объема бревен по методу верхнего диаметра и сбega как функции верхнего диаметра:

$$V = 0,00002618 \times L \times (d^2 + ((2,889 + 0,0987 \times d - 0,8664 \times \sqrt{d}) \times L + d)^2 + d \times ((2,889 + 0,0987 \times d - 0,8664 \times \sqrt{d}) \times L + d)) \dots\dots\dots(4.25)$$

где, V – объем бревна, м³;
 L – длина бревна, м;
 d – верхний диаметр, см;

4.5.2. Определение объема круглых лесоматериалов в штабелях

1) Определение объема лесоматериалов, измеряемых в складочной мере.

Лесоматериалы укладывают в штабеля, которые измеряют по ширине, высоте и длине (ГОСТ 32594-2013).

Ширину штабеля принимают равной номинальной длине уложенных лесоматериалов (припуски в расчет не принимают).

Высоту и длину штабеля измеряют с округлением до второго десятичного знака, то есть с точностью до 0,01 м.

Высоту штабеля определяют как среднее арифметическое измерений высот до касательной к поверхности через каждый 1 м длины. На коротких штабелях количество замеров должно быть не менее трех (два вблизи краев, но вне клетки, и один около середины).

При укладке деловых лесоматериалов, имеющих влажность выше 25%, штабеля должны иметь по высоте не учитываемую надбавку на усушку и усадку в размере 2% от высоты штабеля.

Плотную меру деловых сортиментов (без коры), уложенных в штабеля, определяют путем умножения складочной меры штабеля на соответствующий переводной коэффициент (коэффициент полндревесности).

Толщину подштабельных подкладок и прокладок в высоту не включают и их объем учитывают отдельно.

Складочный объем штабеля бревен, сформированного на складе (рисунок 4.12) вычисляют по формуле:

$$V = H \times B \times L \quad (4.26)$$

где, V – складочный объем штабеля, м³;

H – высота штабеля, м;

B – ширина штабеля, м;

L – длина штабеля, м.

Измерение высоты штабеля проводят по секциям. Торцевую сторону штабеля делят на одинаковые части (секции) длиной не более 3 м. Высоту секции измеряют посередине каждой секции с обеих торцевых сторон штабеля с округлением результата до второго знака после запятой.

Толщину подштабельных подкладок и прокладок из измеренной высоты исключают.

Ширину штабеля (B), сформированного на складе, принимают равной номинальной длине сортиментов, установленной в технических документах или в договорах на поставку (без припусков).

В случае, если в штабель уложены бревна разных номинальных длин, средняя длина штабеля вычисляется как средняя величина номинальных длин, рассчитанная через число бревен соответствующих номинальных длин.

Ширину штабеля измеряют в метрах с округлением результата до второго знака после запятой.

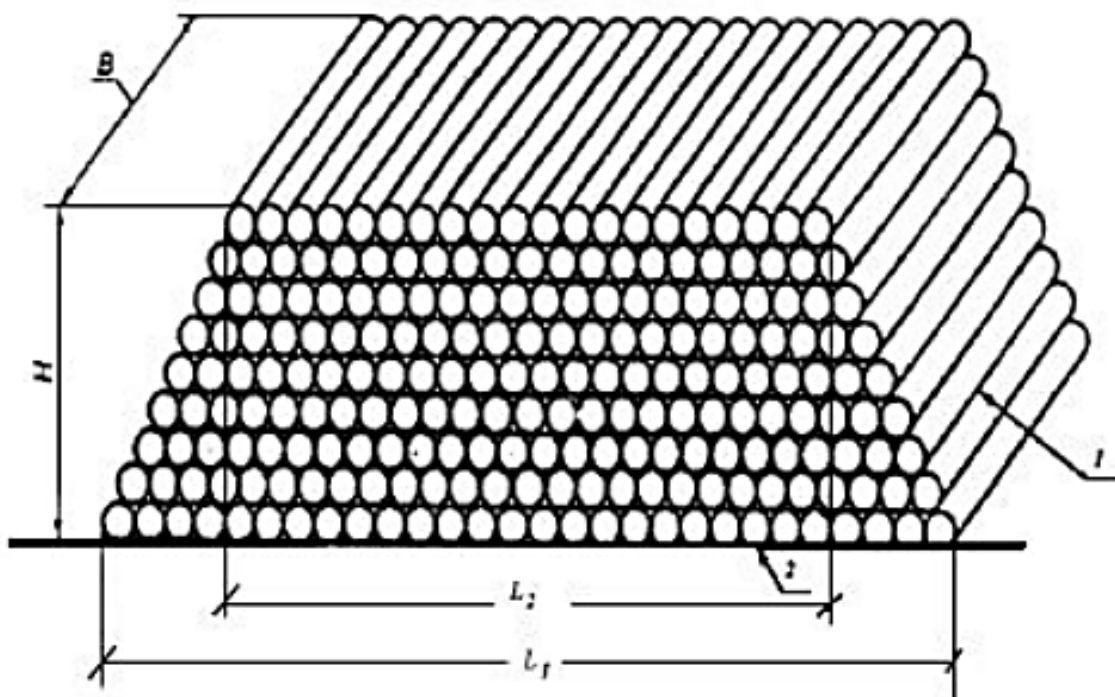


Рисунок 4.12 – Показатели, измеряемые у уложенных в штабель круглых лесоматериалов (бревен): L, l – длина штабеля, H – высота штабеля, B – ширина штабеля. 1 – боковая сторона штабеля, 2 – торцевая сторона штабеля

Высоту штабеля определяют как среднеарифметическое значение высоты всех секций штабеля по формуле:

$$H = \frac{\left(\frac{\sum_{i=1}^n h_{in}}{n} + \frac{\sum_{i=1}^n h_{iz}}{n} \right)}{2} \quad (4.27)$$

где, H – высота штабеля, м;

h_{in} – высота i -ой секции с торцевой передней стороны, м;

n – число секций;

h_{iz} – высота i -ой секции с торцевой задней стороны, м;

i – порядковый номер секции (i изменяется от 1 до n).

Длину штабеля измеряют вдоль обеих (передней и задней) торцевых сторон штабеля с вычислением среднего значения. Для этого с каждой стороны штабеля измеряют длину оснований и по крайним бревнам нижнего ряда и длину штабеля и по крайним бревнам верхнего ряда.

Среднее значение длины штабеля вычисляют по формуле:

$$L = \frac{(L_1 + L'_1 + L_2 + L'_2)}{4} \quad (4.28)$$

где, L – длина штабеля, м;

L_1 – длина штабеля по основанию вдоль торцевой передней стороны штабеля, м;

L_2 – длина штабеля по верхнему ряду вдоль торцевой передней стороны штабеля, м;

L_1' – длина штабеля по основанию вдоль торцевой задней стороны штабеля, м;

L_2' – длина штабеля по верхнему ряду вдоль торцевой задней стороны штабеля, м.

Длину штабеля, измеренного в метрах, округляют до второго знака после запятой.

Для перевода полученного складочного объема штабеля на складе (на земле) в «плотный» объем (без коры и пустот) используют коэффициент полндревесности, приведенный в приложении 1 и 2.

Пример: рассчитать объем штабеля, состоящий из бревен сосны с переводом его в плотный кубометр.

Данные для расчета.

Измеренная высота штабеля без учета подштабельных подкладок с торцевой передней стороны штабеля: $H_1= 2,4$ м, $H_2= 2,6$ м, $H_3= 2,1$ м, $H_4= 2,5$ м

Измеренная высота штабеля без учета подкладки с торцевой задней стороны штабеля: $H_5= 1,9$ м, $H_6=2,2$ м, $H_7=2,4$ м, $H_8=2,0$ м

Длина штабеля по его передней стороне $L_1= 9,1$ м $L_1'= 11,4$ м

Длина штабеля по его задней стороне $L_2= 9,4$ м $L_2'= 11,6$ м

Ширина штабеля $V = 6,0$ м

а) рассчитываем среднее значение высоты штабеля, используя формулу 4.27:

$$H = \frac{\left(\frac{(2,4 \text{ м} + 2,6 \text{ м} + 2,1 \text{ м} + 2,5 \text{ м})}{4} + \frac{1,9 \text{ м} + 2,2 \text{ м} + 2,4 \text{ м} + 2,0 \text{ м}}{4} \right)}{2} = 2,25 \text{ м}$$

б) рассчитываем среднюю длину штабеля, используя формулу 4.28:

$$L = \frac{(9,1 \text{ м} + 11,4 \text{ м} + 9,4 \text{ м} + 11,6 \text{ м})}{4} = 10,38 \text{ м}$$

в) рассчитываем складочный объем штабеля по формуле 4.26:

$$V = 2,25 \text{ м} \times 6,0 \text{ м} \times 10,38 \text{ м} = 140,13 \text{ м}^3$$

г) определяем объем плотной кубатуры штабеля. По приложению 2 коэффициент полндревесности бревен сосны при длине 6 м составляет $K_n= 0,650$, следовательно, объем штабеля в плотной кубатуре будет равен:

$$V = 140,13 \text{ м}^3 \times 0,650 = 91,08 \text{ м}^3$$

Вопросы для самоконтроля

- 1. Какие способы используются для таксации срубленных деревьев и в чем заключается их смысл?*
- 2. В чем заключается смысл оценки формы ствола дерева как стереометрической фигуры?*
- 3. На сколько частей и какие соответствующие им стереометрические фигуры можно условно разделить ствол дерева для точного определения его объема?*
- 4. Как определяется объем срубленного ствола дерева по простой формуле срединного сечения?*
- 5. В чем заключается смысл определения объема ствола срубленного дерева с использованием сложных формул?*
- 6. Что такое сбеги ствола дерева, на какие виды он делится и как определяется?*
- 7. Какой таксационный показатель применяют для характеристики полндревесности ствола дерева и как он определяется?*
- 8. В чем заключается смысл взаимосвязи сбега ствола дерева с его объемом?*
- 9. В чем заключается различие между складочным и плотным кубометром и где эти показатели применяются?*
- 10. Как определяется объем бревна методом верхнего диаметра и среднего сбега?*
- 11. В чем заключается смысл расчет объемов круглых лесоматериалов (бревен) методом верхнего диаметра и сбега как функции верхнего диаметра?*
- 12. В чем заключается особенность таксации объема круглых лесоматериалов в штабелях?*

5. Таксация растущих деревьев и древостоев

Древесная растительность является одной из составляющей растительного покрова, представляющего собой компонент экосистем, элемент ландшафта, имеющий огромное значение в их формировании и динамике (Основы фитомониторинга, 2020). Состояние растительного покрова в значительной мере определяет состав и количество животного населения.

В лесных экосистемах основным компонентом является древостой, от таксационных показателей которого во многом зависят показатели других ярусов растительности.

В свою очередь, древостой – это совокупность деревьев; это основной компонент лесного насаждения – эдификатор (Луганский и др., 2010).

Главной задачей в получении актуальных данных количественных и качественных показателей лесных насаждений и их компонентов является знание и навыки применения методов таксации.

5.1. Закладка пробных площадей

Основным методом оценки состояния деревьев и древостоев, их динамики является метод постоянных пробных площадей (ППП).

Постоянной пробной площадью называют часть лесного участка, подвергающуюся периодически перечислительной таксации и используемую в качестве эталона (Анучин, 1977).

Помимо ППП в практике научно-исследовательской работы по изучению жизни леса и происходящих в нем процессов используются также временные пробные площади (ВПП).

Временные пробные площади (ВПП) предназначены для единовременной таксации тех или иных участков леса (Семенюта, 1961; Поляков, Набатов, 1983). Данные измерений на ВПП используют для характеристики целого участка или служат образцами, с которыми сравнивают показатели других насаждений.

Базовыми литературными источниками для описания закладки пробных площадей послужили методы ОСТ 56-69-83, а также методики, приводимые в работах В.К. Захарова (1961, 1967), Ф.И. Семенюта (1961), Н.П. Анучина (1971, 1977), А.Н. Полякова, Н.М. Набатова (1983).

Постоянные пробные площади (ППП) закладывают для проведения научных исследований, рассчитанных на длительные стационарные наблюдения. Деревья на таких ППП измеряют через каждые 3-5 или десятки и даже сотни лет. По данным ППП можно получить наиболее достоверные результаты о происходящих в лесу процессах.

ППП при должном за ними уходе являются прекрасными пособиями для лесных работников, эталонами сравнения таксационных и других

показателей с данными других насаждений, своеобразными лесными лабораториями по изучению многообразных явлений жизни леса.

На ППП, подвергающихся многократным обмерам, все деревья на высоте груди (1,3 м) нумеруют масляной краской. Номер пишут над чертой, обозначающей 1,3 м.

Пробные площади должны закладываться в местах, типичных для насаждения в целом, и иметь одинаковые с ним состав, возраст, полноту, среднюю высоту. Повысить точность оценки можно путем закладки нескольких пробных площадей, разместив их равномерно по исследуемой площади.

Пробная площадь лучше будет отражать все особенности участка, если он представлен однородным насаждением: простым, чистым, одновозрастным.

Участок леса, в котором намечается заложить ППП тщательно осматривают и выбирают место для нее так, чтобы на всей площади произрастало насаждение, однородное по условиям местопроизрастания, полноте, составу и возрасту, а также отвечало требованиям и соответствовало целям проводимых исследований.

Пробная площадь не закладывается в местах, непосредственно прилегающих к опушкам леса, полянам, просекам, дорогам, если изучение специфики влияния этих открытых пространств не является предметом исследований. Пробную площадь закладывают, отступя от просек, стен леса не менее чем 30 м.

По форме и целям проводимых работ различают квадратные, прямоугольные, круговые и ленточные пробные площади (ПП).

Ленточные пробные площади имеют форму узкой ленты (вытянутых прямоугольников) с шириной 5-10 м по всей длине исследуемого участка.

Круговые пробные площади чаще всего используются при выборочном методе таксации леса. Размер их разный и зависит от среднего диаметра основного элемента древостоя. Радиус круга может колебаться от 2,0 до 11,28 м. Оптимальный радиус круговых площадок составляет 5-7 м, поскольку при радиусе свыше 7 м, затрудняется ее отграничение на местности.

Для характеристики крупного участка леса пересчета на одной такой пробной площади недостаточно, поэтому в пределах однородного участка закладываются маршрутные ходы, вдоль которых закладываются несколько круговых пробных площадей. Число маршрутов должно быть не менее 3. Расстояние между круговыми ПП определяют глазомерно. По полученным данным выводят среднеарифметические значения для всего исследуемого участка.

Наиболее удобной является **прямоугольная или квадратная** форма пробной площади с шириной одной из сторон не менее 50 м. Такая форма обеспечивает лучшую просматриваемость пробной площади, что гарантирует выбор более однородного насаждения.

В горных лесах пробные площади закладывают в виде узких лент (не менее 20 м) вдоль склона перпендикулярно горизонталям. Такие пробы разделяют секции длиной не менее 100 м на склонах до 25° и не менее 50 м на склонах свыше 25°. Перечет деревьев и измерение высоты производят отдельно по каждой секции. Обмеры диаметров модельных и учетных деревьев, а также измерение приростов по диаметру проводят вдоль и поперек склона.

Размеры пробных площадей зависят от целей исследования, древесной породы, возраста, условий местопроизрастания древостоя, при прочих равных условиях – от количества деревьев на единице площади и точности, с которой требуется установить распределение деревьев по ступеням толщины в таксируемом древостое. Наибольшая величина пробной площади в низкополнотных, спелых и перестойных насаждениях, а минимальная – в высокополнотных молодняках.

Количество деревьев, выбираемых для обмера, зависит от заданной точности нахождения среднего диаметра и коэффициента вариации диаметров в насаждении.

В спелых сосновых древостоях изменчивость толщины деревьев характеризуется коэффициентом вариации, близким к 25%, поэтому для нахождения величины среднего диаметра с точностью до 2% надо измерить диаметры на 1,3 м у 165 деревьев, с точностью до 3% – у 79, с точностью до 5% – у 26, с точностью до 10% – у 7 деревьев.

Для получения надежных таксационных данных, исходя из коэффициента варьирования диаметра (25-30%) и точности определения среднего диаметра $\pm 1-3\%$ на пробной площади должно быть не менее 200-300 деревьев основного элемента леса; количество деревьев на пробной площади должно составлять в среднем 200-225 штук.

В некоторых случаях размер пробной площади необходимо устанавливать таким образом, чтобы на ней было не менее 200 деревьев основного элемента леса. При таком количестве деревьев достаточно точно (ошибка не более $\pm 5\%$) учитывается число деревьев в отдельных ступенях толщины и, в конечном счете, довольно точно определяются средний диаметр (ошибка не более $\pm 3\%$) основного элемента леса и его сумма площадей сечения (ошибка не более $\pm 1\%$).

По данным А.Н. Поляков, Н.М. Набатов (1983), для определения среднего диаметра с точностью до $\pm 2-3\%$ пробная площадь в молодняках должна включать 400-500 деревьев, в средневозрастных и приспевающих насаждениях – 300 деревьев, а в спелых и перестойных – 200-250 деревьев преобладающей породы.

Необходимое количество деревьев на ППП в таежных древостоях в зависимости от среднего диаметра и представленного в таблице 5.1 (Основы фитомониторинга, 2020).

Таблица 5.1 – Необходимое минимальное количество деревьев основного элемента леса на ППП при различном среднем диаметре древостоя

Средний диаметр древостоя, см	Коэффициент изменчивости диаметра, %	Количество деревьев на ППП, шт.
4	55	550
6	52	500
8-10	45-48	400
12-14	38-42	300
16-20	31-35	300
22 и более	27-30	150

Таким образом, из приведенных выше данных можно сделать вывод о том, что для получения надежных таксационных данных, исходя из коэффициента варьирования диаметра (25-30%) и точности определения среднего диаметра $\pm 1-3\%$ на пробной площади должно быть не менее 150-200 деревьев.

При отводе пробной площади в натуре для обеспечения необходимого количества деревьев ее ограничивают визирами с трех сторон, а четвертую не закрывают до окончания перечета, т.е. пока в перечете не окажется нужного количества деревьев

В некоторых случаях ППП огораживают изгородью, чтобы избежать влияния на прирост пограничных деревьев бокового освещения, вокруг пробных площадей оставляют нетронутыми опушки леса. Для лучшей сохранности границ ППП по их наружной стороне можно прокопать канавки.

После выбора формы и примерного размера пробной площади ее отграничивают от остальной части участка визирами, задаваемыми по нужному направлению с помощью буссоли или ганиометра. Визирь, шириной 0,3-0,5 м прорубают, устанавливая на них вешки – с нанесением на граничных деревьях пометок масляной краской или затесок на деревьях, расположенных с внешней стороны пробной площади. Длину визиров измеряют мерной лентой или рулеткой.

Деревья, стоящие на визирах, относят к находящимся на пробной площади деревьям при условии, если более половины их диаметра расположено на территории пробы. Если визир проходит через середину дерева, одно из них считают на пробной площади, а другое – вне ее.

На углах пробных площадей (в местах пересечения визиров) ставят столбы толщиной 12-16 см. с вершиной в виде усеченного конуса или пирамиды (ОСТ 56-69-83) с верхним основанием 2x2 см. и длиной 1,25 м (рис. 5.1). Высота надземной части столба - 0,7 - 0,75 м. На столбе вырубают гладкую площадку («окно») высотой 16 см, где масляной краской надписывают номер ППП, год закладки и ее площадь.

Столбы маркируют черной масляной краской по трафарету надписями следующего образца:

*ПП-3-45 – пробная площадь, № пробной площади, № квартала,
76-85 – год закладки, год последующего измерения,
2-0.25 – № секции, площадь в га.*

На заложенную ПП составляют чертеж в определенном масштабе с указанием «привязки» пробы к квартальной сети или другому четкому ориентиру. Столбы ставят так, чтобы их «щеки» располагались «лицом» в сторону пробной площади. Все пробные площади должны быть нанесены на планшеты и отмечены условным знаком с указанием номера пробной площади и года закладки.

Нумерация пробных площадей, закладываемых в течение года, должна быть единой в пределах лесничеств. На всех пробных площадях, заложенных ранее, нумерация должна быть сохранена прежняя. Вновь заложенные пробные площади нумеруют по порядку, начиная с первого номера (ОСТ 56-69-83).

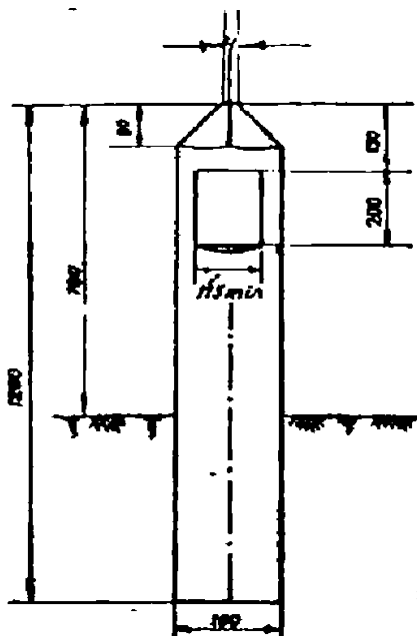


Рисунок 5.1 – Характеристика столбов, ограничивающих пробную площадь

5.2. Определение основных таксационных показателей деревьев и древостоя

Древесная растительность, как главный компонент лесных насаждений, эдификатор экосистемы и биоиндикатор состояния окружающей среды является первостепенным объектом изучения. В процессе исследований устанавливаются значения основных таксационных показателей каждого элемента леса, слагающего древостой.

Диаметр деревьев

После отграничения пробной площади проводят перечет деревьев, состоящий в определении диаметра каждого дерева. Перечет проводят по породам, ступеням толщины, качественным категориям, ярусам (если древостой сложный по форме) и возрастным поколениям (если насаждение состоит из древостоев нескольких возрастных поколений).

Выделение ярусов производят при наличии достаточно выраженных пологов, отличающихся по средней высоте не менее, чем на 20% от высоты более высокого яруса. При высоте нижнего полога от 4 до 8 м его таксируют как ярус, если он составляет не менее половины высоты первого яруса. В остальных случаях, а также при высоте полога менее 4 м его таксируют как подрост.

Выделение возрастных поколений производят при разнице в возрасте не менее, чем на два класса возраста и запаса выделяемого поколения не менее 20% от общего запаса насаждения.

Величина ступени толщины при перечете должна приниматься в зависимости от среднего диаметра на высоте 1,3 м преобладающего элемента древостоя (ОСТ 56-69-83) (таблица 5.2). Количество ступеней толщины должно быть в среднем 8-10.

Таблица 5.2 – Ступени толщины в зависимости от среднего диаметра преобладающего элемента древостоя

Средний диаметр преобладающего элемента леса, см	Величина ступени толщины, см
До 4	0,5
4,1 - 8	1,0
8,1 - 16	2,0
Свыше 16	4,0

В равнинных условиях диаметры деревьев измеряют в одном произвольном направлении.

Среднеарифметический диаметр ствола на высоте 1,3 м определяется при его детальном измерении в двух взаимно перпендикулярных направлениях (север-юг и запад-восток), а в горных условиях – вдоль и поперек склона.

Диаметры деревьев на ППП измеряют мерными вилками на высоте 1,3 м от шейки корня по ступеням толщины, или штангенциркулем с точностью до 0,1 см в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Одновременно определяют место расположения дерева в насаждении и наносят его на план пробной площади. В некоторых случаях на планы наносят проекции крон деревьев, что позволяет судить о степени их сомкнутости на данной пробной площади.

Минимальный диаметр деревьев, включаемых в перечень, должен быть 8 см для насаждений со средним диаметром от 16 см и более. Для насаждений со средним диаметром до 16 см – должен составлять 0,4 среднего диаметра.

Если диаметр дерева на высоте 1,3 м превышает длину линейки мерной вилки, то измеряют длину окружности на указанной высоте дерева и делят ее на число π (3,14).

Высота деревьев

После перечета деревьев необходимо установить их высоты, используя для этой цели эклиметры, высотомеры, оптические дальномеры и т.п. Для каждой ступени толщины измеряется высота двух-трех деревьев, которые по визуальному определению будут средними для данной ступени.

При исследовательских работах и на пробных площадях *среднюю высоту (H_{ср})* определяют с предельно большой точностью, которая может быть получена при значительном числе измерений высот у отдельных деревьев. Обычно измеряют высоты у 12 - 15 деревьев каждого элемента леса с одновременным измерением их толщины на высоте 1,3 м.

Данные перечислительной таксации на пробных площадях заносят в ведомость (приложение 3) или полевую тетрадь, предварительно разграфованную по примеру приложения 3.

Графы 7 и 8 взаимозаменяемые. Используется один из показателей или «Категория санитарного состояния» или «Показатель жизненного состояния». Методика их определения приведена ниже.

На пробных площадях, заложенных в молодняках и средневозрастных насаждениях, единичные деревья, не образующие ярус или поколение, также включают в перечень, но при вычислении средних диаметров и высот соответствующих элементов леса, а также полноты яруса их не учитывают. Запас единичных деревьев учитывают отдельно.

В зависимости цели проводимых исследований в графы 9, 10, 11 приложения 3 можно указывать другие показатели, например, высота до живой ветки и сухого сучка, диаметр кроны в двух направлениях (при изучении биометрических показателей кроны) и т.д. в графе «Примечание» отмечают отмеченные различные виды и характер повреждений (механические повреждения, смолотечение, плодовые тела, дупла и т.д.).

Обработка полевого материала

После проведенной перечислительной таксации, в камеральных условиях проводят обработку полевого материала.

Определение *среднего диаметра* древостоя. Средний диаметр элемента древостоя определяют двумя способами:

а) средний диаметр, соответствующий площади сечения среднего дерева в древостое;

б) средний арифметический диаметр, получаемый как частное от деления суммы диаметров всех деревьев, образующих древостой на их количество.

При первом способе вначале определяется сумма площадей сечений на высоте 1,3 м (G) путем перемножения площади сечения одного дерева в каждой ступени на количество деревьев в этой ступени и суммирования показателей всех ступеней.

Площадь поперечного сечения для соответствующего диаметра дерева определяют по таблицам (приложение 2) или по формуле:

$$g = \pi / 4 \times d^2 \quad (5.1)$$

где, g – площадь поперечного сечения дерева, см²;

π – число «пи», равное 3,14;

d – диаметр дерева, см.

Площадь сечения среднего дерева вычисляют путем деления суммы площадей сечения всех деревьев на пробной площади на общее количество деревьев на пробной площади по формуле:

$$g_m = \sum g / N \quad (5.2)$$

где: g_m – площадь сечения среднего дерева, см²;

$\sum g$ – сумма площадей сечения всех деревьев на пробной площади, см²;

N – общее количество деревьев на пробной площади, шт.

или по формуле:

$$g_m = (g_1 \times n_1 + g_2 \times n_2 + \dots + g_n \times n_n) / (n_1 + n_2 + \dots + n_n). \quad (5.3)$$

где, g_1, g_2, \dots, g_n – площади сечения одного дерева в учетных ступенях толщины, см²;

n_1, n_2, \dots, n_n – количество деревьев в соответствующих ступенях толщины, установленное при перечете, шт.

Средний диаметр древостоя (или элемента леса) определяют по средней площади сечения по формуле:

$$D_m = 2 \times \sqrt{\frac{g_m}{\pi}} \quad (5.4)$$

где, D_m – средний диаметр древостоя (или элемента леса), см;

g_m – площадь сечения среднего дерева, см²;

π – число «пи» (3,14).

При данном способе определения среднего диаметра вначале рассчитываются площади сечений всех деревьев, зафиксированных при перечете, с использованием формулы 5.2, затем, для нахождения площади сечения среднего дерева, они суммируются, полученная сумма делится на общее количество деревьев.

При определении площади сечения каждого дерева на ПП можно воспользоваться данными приложения 4, в котором указаны значения рассматриваемого показателя для диаметров от 0,1 до 100 см.

Полученные данные заносят в таблицу (ведомость) (приложение 5).

Среднюю высоту элемента леса определяют по графику высот для дерева среднего диаметра.

Для построения графика высот преобладающего элемента леса измеряют высоты у 20-25 деревьев, которые распределяют по ступеням толщины пропорционально суммам площадей сечений или количеству деревьев в них.

У элементов леса, составляющих 0,1-0,4 в формуле состава, высоты измеряют у 3-5 деревьев, близких по высоте к средней. Средняя высота в этих случаях определяется как среднее арифметическое указанных измерений. Средние высоты элементов леса, доля участия которых менее 0,1 состава, определяют глазомерно.

Полученные данные обмеров диаметров и высот модельных деревьев наносят на график, который строится в прямоугольных координатах (рис. 5.2). Затем проводят плавную обобщающую кривую, без скачков и изломов так, чтобы была учтена разбросанность точек, и их количество вниз и вверх от кривой было примерно одинаковым.

На графике высот на оси абсцисс отмечают значение среднего диаметра D_m . Затем из точки D_m восстанавливают перпендикуляр до пересечения с кривой и на оси ординат снимают значение высоты, которая и будет средней высотой (H_m).

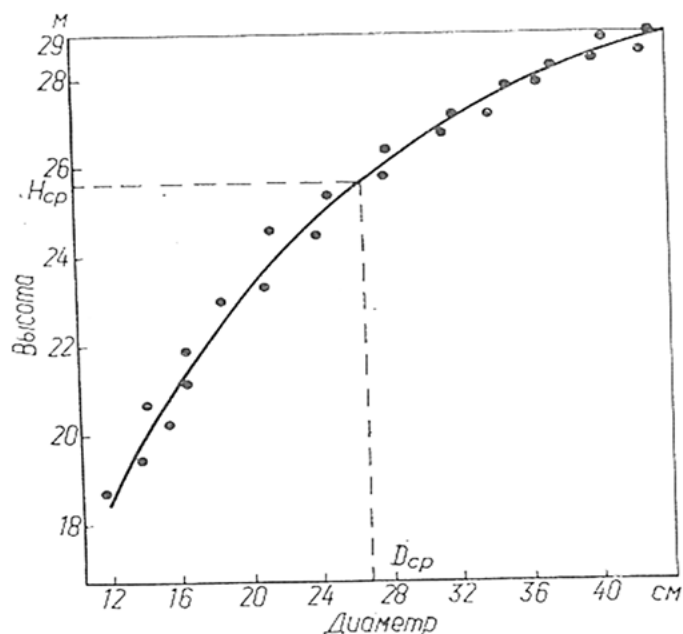


Рисунок 5.2 – Построение кривой высот по измеренным в натуре высотам

Построение графика кривой высот в большинстве случаев осуществляют на миллиметровой бумаге для получения достоверных данных (рис. 5.3).

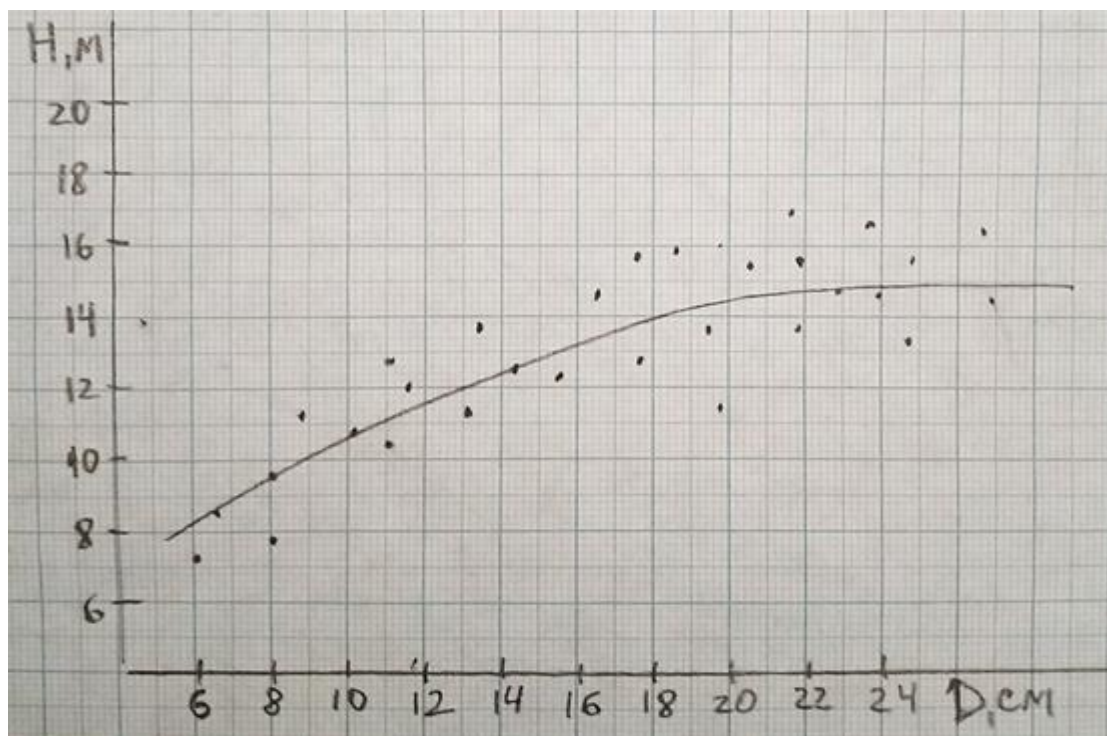


Рисунок 5.3 – Построение графика кривой высот на миллиметровой бумаге.

Пользуясь кривой высот, можно найти высоту деревьев любого диаметра.

Полнота древостоя определяется с учетом того, что последняя бывает абсолютной и относительной.

Абсолютная полнота элемента леса (древостоя, яруса) выражается общей суммой площадей сечения (G) всех деревьев, слагающих древостой (ярус), на единице площади. Абсолютная полнота определяется по материалам перечета деревьев или с помощью специальных приборов (полнотомер Биттерлиха, призма Анучина и т.д.).

Относительная полнота, или просто полнота древостоя (яруса, элемента леса) находится путем деления абсолютной полноты (суммы площадей сечений деревьев на высоте 1,3 м) древостоя (яруса, элемента леса) на сумму площадей сечений нормального древостоя, взятую из таблиц хода роста или из стандартной таблицы сумм площадей сечений и запасов соответствующей древесной породы.

Для примера сумма площадей сечений и запасов основных лесообразующих пород при полноте 1,0 (для нормального насаждения) (Справочник..., 1980) представлены в приложении 6.

Полноту древостоя (яруса, элемента леса) определяют при обычных лесотаксационных работах до 0,1, а при научно-исследовательских – до 0,01. В отдельных случаях относительная полнота может быть больше единицы, что свидетельствует о несоответствии стандартных таблиц региональным условиям.

По рассчитанному показателю полноты определяют полнотность древостоя: при значении рассчитанной полноты 0,8-1,0 древостой является высокополнотным; при значении 0,5-0,7 – среднеполнотный, 0,3-0,4 – низкополнотный.

Определения относительной полноты древостоя (яруса, элемента леса) по стандартной таблице проводится следующим образом:

- 1) определяют среднюю высоту древостоя (яруса, элемента леса);
- 2) по преобладающей породе и средней высоте древостоя (яруса, элемента леса) находят по таблице сумму площадей сечений;
- 3) делят сумму площадей сечения (абсолютную полноту) таксированного древостоя (яруса, элемента леса) на сумму площадей сечений, взятую из стандартных таблиц, в результате этого получают относительную полноту древостоя (яруса, элемента леса).

Относительную полноту насаждения определяют по следующей формуле:

$$P = \frac{\sum G_{\phi}}{G_n} \quad (5.5)$$

где, P – относительная полнота древостоя;

$\sum G_{\phi}$ – сумма площадей поперечных сечений деревьев, конкретного изучаемого древостоя, м²/га;

G_n – сумма площадей поперечных сечений нормального полного древостоя, м²/га (по стандартным таблицам).

При проведении научных исследований помимо полноты древостоев определяется степень **сомкнутости полога**.

Сомкнутость полога древостоя **делится на:**

- горизонтальную,
- вертикальную.

Для определения **горизонтальной сомкнутости** на ПП по четырем радиусам замеряются проекции крон на поверхность почвы, и на основе этих замеров определяются площади проекций (рис. 5.4).

Сумма проекции всех деревьев сопоставляется с площадью пробы.

Различают:

- *абсолютную сомкнутость полога* – общая площадь горизонтальных проекций полога древостоя в м² (без просветов между кронами) на единице занимаемой им площади;

- *относительная сомкнутость полога* – отношение площади горизонтальной проекции полога без просветов (абсолютная сомкнутость) к площади, занимаемой этим древостоем.

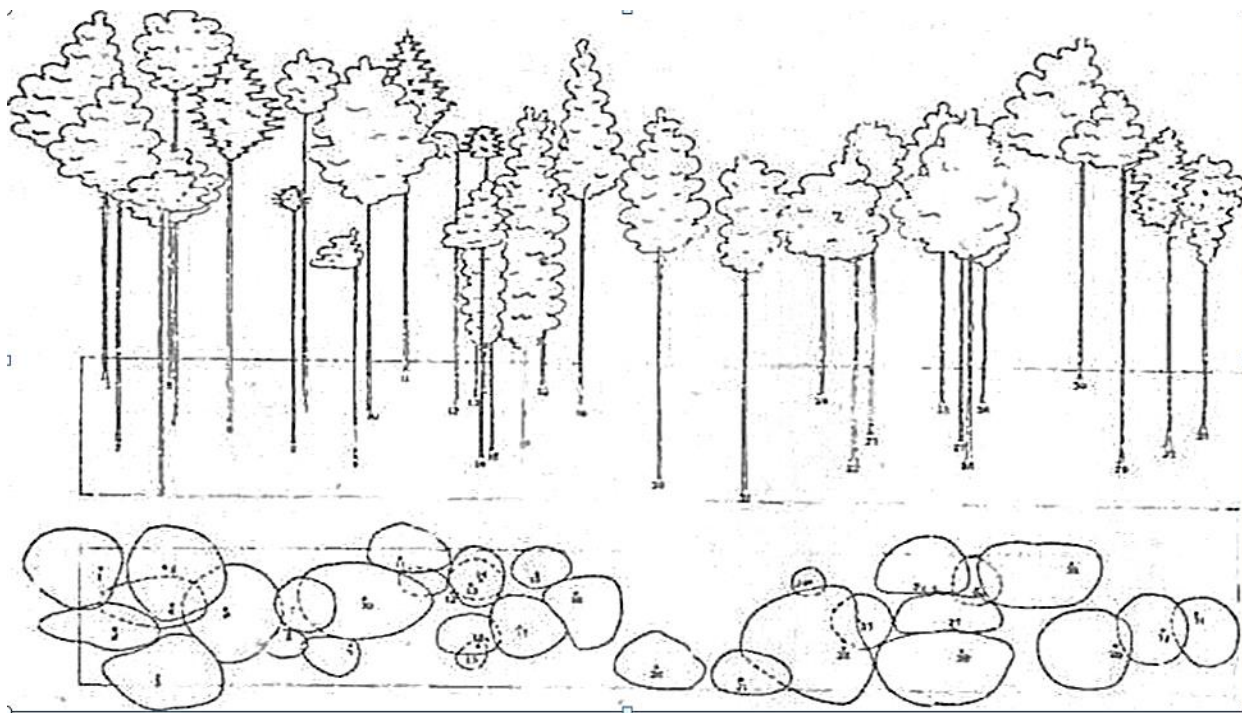


Рисунок 5.4 – Горизонтальная проекция крон деревьев на поверхность почвы

Таким образом, степень сомкнутости (относительная сомкнутость) $S_{кр}$ определяется по формуле:

$$S_{кр} = \frac{\text{Сумма проекции крон, м}^2}{\text{Площадь пробы, м}^2} \quad (5.6)$$

Пример проекций крон деревьев на пробной площади с показателями относительной полноты и относительной сомкнутости полога представлены на рисунке 5.5.

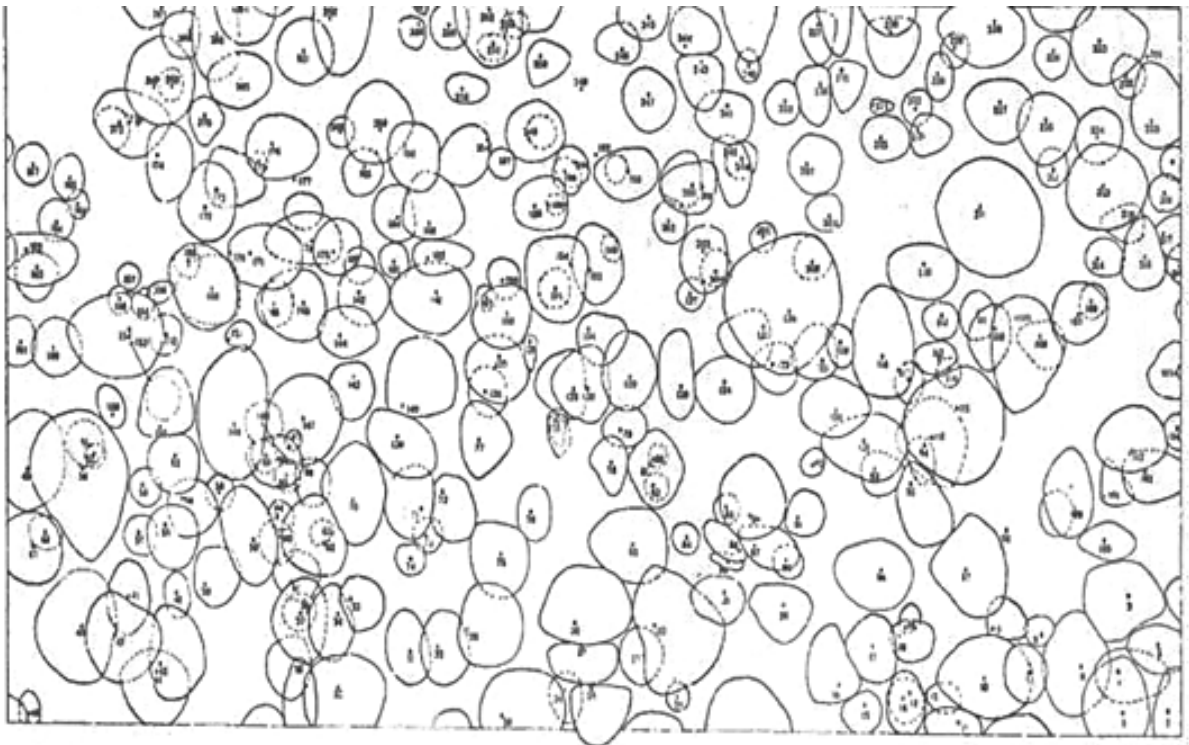


Рисунок 5.5 – План горизонтальной проекции полога древостоя (состав 8С1Л1Б, полнота 1,0, сомкнутость 0,75, тип леса - сосняк разнотравный)

Вертикальная сомкнутость полога – сомкнутость друг с другом пологів одного или нескольких ярусов, составляющих древостой по вертикали (рис. 5.6). В большинстве случаев это характерно для сложных по строению древостоев.

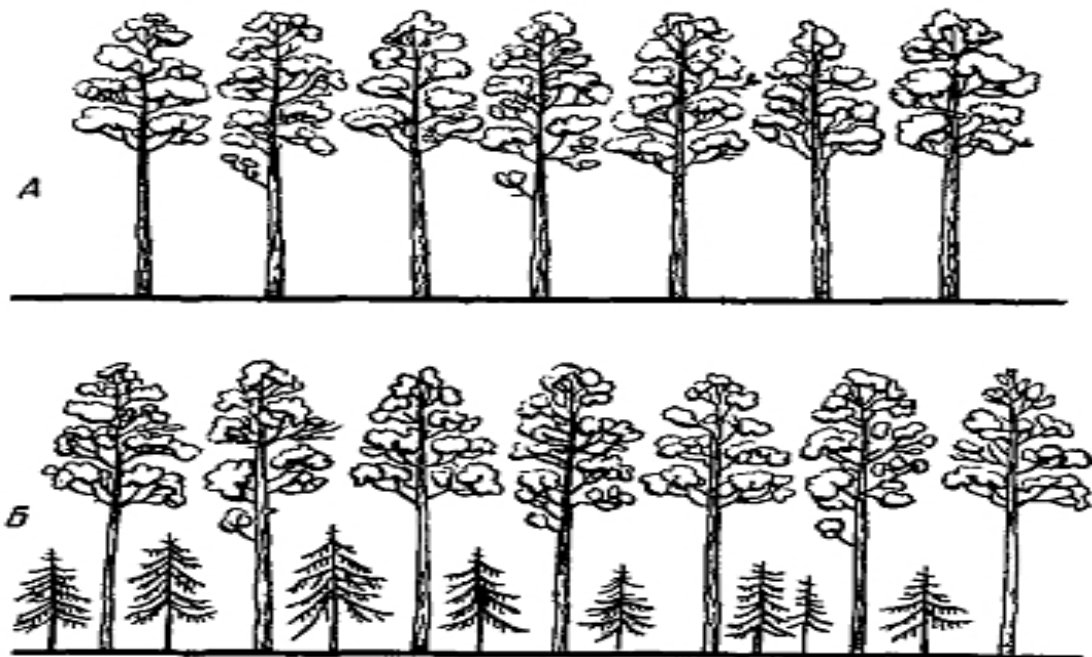


Рисунок 5.6 – Схема сомкнутости полога древостоя: А) горизонтальная, Б) вертикальная

В результате генетической разнокачественности отдельных деревьев и групп, неодинаковых условий при их появлении, неоднородность среды в дальнейшем, борьба за существование при смыкании древесного полога обуславливают дифференциацию деревьев по росту и положению в пологе (*класс Крафта*).

Наиболее широко применяется классификация немецкого лесничего Крафта (19 век), при этом данная классификация соответствует одновозрастным древостоям.

Пример распределения деревьев в древостое по классам Крафта приведен на рисунке 5.7.

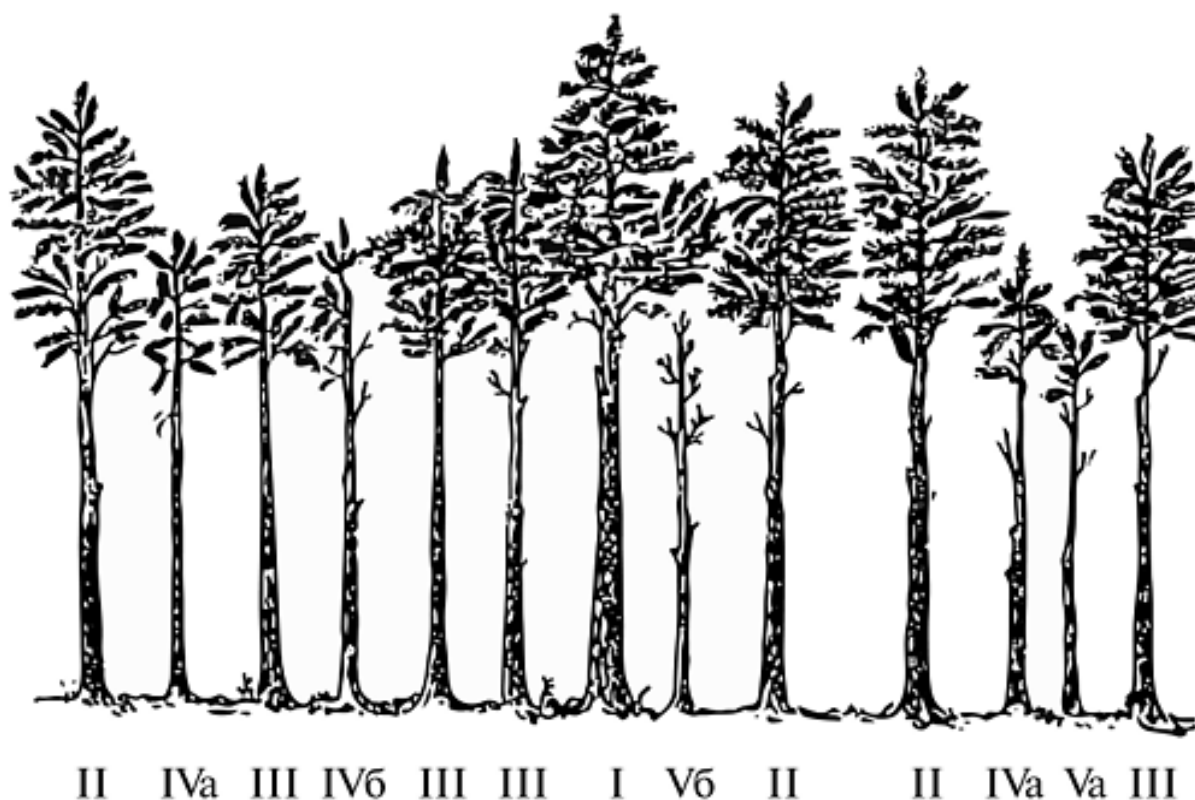


Рисунок 5.7 – Распределение деревьев по классам Крафта в древостое

Классы и подклассы:

I класс Крафта – преобладающие деревья, имеющие мощную развитую крону и крупные по высоте и диаметру стволы, выделяющиеся из общего полога. Они составляют до 8% по густоте и до 20% по запасу.

II класс Крафта – господствующие деревья, составляющие верхнюю часть древесного полога. Их насчитывается от 15 до 35%, а по запасу они составляют 40-80%. Максимальное число таких деревьев бывает в спелых древостоях, а в неспелых – после рубок ухода.

III класс Крафта – согосподствующие деревья, которые входят в общий полог с деревьями первых классов, но угнетены ими, о чем можно судить по

узким кронам. Высота их меньше, количество различное — от 10% в спелых и ухоженных древостоях до половины общей численности в молодняках.

Вышеуказанные три класса образуют главную часть яруса (элемента древостоя), а следующие два — подчиненную.

IV класс Крафта — сильно угнетенные деревья, составляющие по густоте от 5 до 30%. Делятся на два подкласса:

IV^a — деревья с симметричной кроной, растущие в просветах;

IV^b — деревья с флагообразными однобокими кронами, частично находящимися под кронами других деревьев.

V класс Крафта — затененные деревья (от 1 до 30% по густоте). Они тоже делятся на два подкласса:

V^a — деревья с жизнеспособными кронами;

V^b — деревья с отмирающими или отмершими кронами.

Запас древостоя определяется следующими способами:

1) с использованием таблиц объемов стволов в коре древесных пород в зависимости от диаметра и высоты,

2) с использованием сортиментных таблиц, разработанным для каждого региона отдельно,

3) по соответствующим формулам.

В первых двух способах в таблицах приведены объемы деревьев по ступеням толщины для соответствующего диаметра и высоты. Запас по ступеням толщины рассчитывается путем умножения объема дерева в этой ступени на количество деревьев в ней. Сумма запасов по ступеням толщины, в конечном итоге, представляет собой общий запас по каждой породе.

Запас древостоя можно определить по формуле:

$$M = \sum G \times H_f \quad (5.7)$$

где, M — запас древостоя, м³/га;

$\sum G$ — сумма площадей сечений м²/га;

H_f — видовая высота, м.

Видовая высота (H_f) представляет собой произведение средней высоты древостоя на среднее видовое число.

Среднее видовое число (F) древостоя зависит от средней высоты и от древесной породы таксируемого насаждения.

Видовое число, определенное для ствола дерева является наглядным показателем его формы.

Видовое число — это соотношение объема ствола дерева или его части к объему цилиндра, имеющего высоту, равную высоте дерева или его части и основания, равное площади сечения ствола дерева на определенной высоте в нижней части ствола.

По этому принципу разработаны формулы для расчета видовых чисел для древесных пород, сгруппированных по определенным признакам:

1-ая группа древесных пород: сосна, лиственница, береза, осина и ольха,

2-ая группа древесных пород: ель, пихта, кедр, бук, дуб, ильм, ясень.

Формула расчета среднего видового числа (F_1) для древесных пород 1-ой группы:

$$F_1 = 0,40 + 1,20/H \quad (5.8)$$

Формула расчета среднего видового числа (F_2) для древесных пород 2-ой группы:

$$F_2 = 0,42 + 1,26/H \quad (5.9)$$

где, H – средняя высота древостоя (яруса, элемента) конкретной древесной породы, м.

Используя формулы 5.7-5.9 можно рассчитать объем каждого дерева в таксируемом древостое. Для этого в формуле 5.7 вместо суммы площадей сечений всех деревьев необходимо подставлять значение площади сечения каждого дерева на пробной площади.

В формулах 5.8 и 5.9 для определения видовых чисел соответствующих указанным группам древесных пород, необходимых для расчета объема дерева, использовать высоту каждого дерева.

Запас древостоя для древесных пород соответствующих групп можно определить по формулам:

Для 1-ой группы древесных пород

$$M_1 = 10 \times \sum G + 0,4 \times \sum G \times (H_m - 22) \quad (5.10)$$

Для 2-ой группы древесных пород

$$M_1 = 10 \times \sum G + 0,4 \times \sum G \times (H_m - 21) \quad (5.11)$$

где, $M_{1,2}$ – запас стволовой древесины (древостоя), м³/га;

H_m – средняя высота древостоя, м;

$\sum G$ – сумма площадей сечений деревьев, м²/га.

Определение **возраста** основного элемента леса производится, как правило, с точностью до класса возраста визуальным способом.

Продолжительность класса возраста зависит от биологических особенностей древесной породы (таблица 5.3).

Таблица 5.3 - Продолжительность классов возраста для различных древостоев

Классы возраста	Возраст в годах	
	для древостоев хвойных и твердолиственных пород семенного происхождения	для древостоев мягко- и твердолиственных пород порослевого происхождения
I	1-20	1-10
II	21-40	11-20
III	41-60	21-30
IV	61-80	31-40
V	81-100	41-50
VI	101-120	51-60 и т.д.

Определение среднего возраста элемента леса производится путем подсчета годичных колец (слоев) на кернах, взятых с помощью возрастного бурава у шейки корня или на пнях, срубленных 3-5 модельных деревьях близких к средним (рис. 5.8).



а)



б)



в)

Рисунок 5.8 – Определения возраста деревьев с использованием образцов древесины (кернов): а) взятие образцов древесины (кернов), б) общий вид керна, в) увеличенное изображение годичных колец

Деревья крайних ступеней толщины в расчет не включают, так как эти ступени могут иметь в незначительном количестве более молодые и более старые деревья. Вычисленный средний возраст округляют до 5 лет.

Средний возраст элемента леса определяют как среднее арифметическое возрастов модельных деревьев.

По возрасту древостои делятся на:

1) *одновозрастные* – когда колебания возраста отдельных деревьев не выходят за пределы одного класса возраста,

2) *разновозрастные* – когда колебания выходят за пределы класса и становится возможным разделение деревьев на 2-3 и более поколений. В естественном разновозрастном лесу можно встретить деревья нескольких поколений. Например, в старом буковом древостое среднего возраста 125 лет встречаются деревья 150-200, 100-120, 60-80-летнего возраста, а также группы молодого подроста на прогалинах, образовавшихся после отпада крупных перестойных деревьев.

При таксации сложных разновозрастных насаждений возрасты указывают для каждого элемента леса, а для всего древостоя указывают возраст того элемента леса, на долю которого приходится больший запас и это будет возрастом основного элемента леса.

Определение возраста по образцам древесины (кернов) проводят, как правило, с использованием микроскопов. Подсчет возраста ведется по количеству годичных колец, каждое из которых состоит из светлой (весенней) и темной (осенней) части кольца. Начинать отсчет следует от первого кольца, примыкающего к коре.

В молодых и, в некоторых случаях, средневозрастных сосновых древостоев возраст древостоев определяется визуально по количеству ежегодно образуемых деревьями мутовок.

Средний возраст разновозрастных насаждений вычисляется двумя способами.

Расчет среднего возраста древостоя с использованием объемов деревьев проводится по формуле:

$$A_{\text{ср}} = \frac{(A_1 \times V_1 + A_2 \times V_2 + \dots + A_n \times V_n)}{(V_1 + V_2 + \dots + V_n)} \quad (5.12)$$

где, $A_{\text{ср}}$ – средний возраст древостоя, лет;

A_1, A_2, \dots, A_n – возрасты отдельных групп насаждений, лет;

V_1, V_2, \dots, V_n – их запасы, м³.

Расчет среднего возраста древостоя с использованием площади сечения деревьев проводится по формуле:

$$A_{\text{ср}} = \frac{(A_1 \times G_1 + A_2 \times G_2 + \dots + A_n \times G_n)}{\sum G} \quad (5.13)$$

где, A_{cp} – средний возраст древостоя, лет;
 $A_1, A_2 \dots A_n$ – возраст отдельных групп деревьев (ступеней толщины или классов) древостоя данной породы, лет;
 $G_1, G_2 \dots G_n$ – суммы площадей сечений отдельных групп деревьев, м²;
 ΣG – сумма площадей сечений всех деревьев, м².

Возрастные этапы древостоя:

1. Молодняк – сомкнувшийся на 50% площади древостой с высотой основного элемента леса более 1,3 м, в котором начали проявляться процессы естественной дифференциации деревьев и борьба за существование. Охватывает I и II классы возраста, характеризуется быстрым ростом деревьев.

Молодняк – самая первая фаза жизни древостоя, когда он относится к I классу возраста. Различают молодняк «до смыкания» крон и «после смыкания», то есть после того, как кроны соседних деревьев сблизятся настолько, что не оставят между собой сколько-нибудь значительных просветов. При этом нижние ветви, особенно у светолюбивых пород, начинают от сильного затенения отмирать. С момента смыкания молодняк переходит в состояние чащи, то есть густого и зачастую труднопроходимого молодого древостоя. Особенно важным считается достижение чащи в буковых, еловых и пихтовых молодняках, где необходимо сильное взаимное отенение стволиков, так как в противном случае трудно добиться своевременного очищения их от сучьев. В молодняке начинается интенсивный отпад отстающих в росте экземпляров вследствие конкуренции между деревьями.

Жердняк – фаза, соответствующая II классу возраста. Жердняк развивает максимальное количество мелких и средних ветвей, а у ряда пород – также и листовой массы. В фазе жердняка у светолюбивых пород наблюдается кульминация прироста по высоте, интенсивный отпад деревьев, называемый самоизреживанием. Этот процесс может быть направлен в желательную для лесовода сторону, если не опоздать с уходом за лучшими по форме ствола и кроны деревьями, удалять мешающие им породы и экземпляры деревьев.

2. Средневозрастной древостой – имеет признаки некоторого снижения прироста по высоте и увеличения его по диаметру по сравнению с молодняками, характеризуется наступлением возмужалости (семеношение и плодоношение); охватывает III и IV классы возраста.

Прирост в высоту у теневыносливых пород достигает кульминации, у светолюбивых снижается, отпад деревьев ослабляется, но еще не затухает. В этой фазе возраста чаще всего достигается количественная спелость древостоев, определяемая их наибольшим текущим приростом по массе.

3. Приспевающий древостой – древостой с выраженной возмужалостью с определяющимися хозяйственно-техническими особенностями и признаками деревьев, продолжающий наращивание древесины; охватывает V класс возраста.

4. Спелый древостой – древостой с замедленным ростом, дающий наибольший запас древесины главных сортиментов; охватывает VI класс возраста.

5. Перестойный древостой – древостой с наблюдающимся снижением прироста и увеличением дефектности древесины (заболевания, повреждения), отпад превышает прирост; охватывает VII и старшие классы возраста.

Густота древостоя – это количество деревьев на единице лесной площади.

Густота древостоя на 1 га определяется по формуле:

$$N = \frac{n \times 10000}{S} \quad (5.14)$$

где, N – густота древостоя, шт/га;

n – общее число деревьев на пробной площади, шт;

S – площадь пробной площади, м².

Показателем густоты древостоя может служить среднее расстояние между деревьями, выраженное в метрах, в одном из наиболее характерных произвольных направлений.

Класс бонитета определяют по среднему возрасту и средней высоте древостоя. Установлено, что чем выше средняя высота древостоя в данном возрасте, тем выше и его общая производительность, а, следовательно, и класс бонитета.

В настоящее время пользуются двумя вариантами общепонитировочной шкалы, составленной и предложенной в 1911 г. М. М. Орловым: для насаждений семенного и порослевого происхождения, так как интенсивность их роста в различные периоды развития неодинакова (приложение 7).

В смешанных и разновозрастных насаждениях класс бонитета устанавливают по среднему возрасту и средней высоте основного элемента леса.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается особенность таксации растущих деревьев и древостоев, и какой основной метод при этом используется?

2. В чем заключается отличие временных пробных площадей от постоянных?

3. Как определяется средний диаметр и высота древостоя?

4. Что собой характеризует видовое число и, при определении какого таксационного показателя оно используется?

5. Что включает в себя понятие бонитета насаждения и как он определяется?

6. Оценка состояния древостоя

Установление для лесов различного целевого назначения экологически и экономически приемлемого индивидуально реализуемого режима их содержания и использования позволит обеспечить рациональное их использование, а также сохранение, восстановление и поддержание в динамике лесных экосистем и в целом лесов, наиболее эффективно выполняющих соответствующие функции, в формировании и сохранении окружающей среды, в том числе в условиях изменения климата и возрастающего антропогенного воздействия на природу (Желдак, 2019, Данчева и др., 2022).

Основой ведения эффективного лесного хозяйства в современных условиях является получение достоверной лесоводственно-экологической характеристики лесных насаждений и динамике их изменений под влиянием различных эндо- и экзогенных факторов, остается проведение оценки состояния лесов. Мониторинг состояния древостоев позволяет вовремя заметить негативные тенденции в состоянии лесных сообществ и, в целях сохранения продуцирующих свойств лесных экосистем, принять своевременные управленческие решения по восстановлению и поддержанию их биологической устойчивости.

6.1. Оценка санитарного состояния древостоя

Оценка санитарного состояния лесных насаждений на лесотаксационном выделе или его части определяется по вычисленной средневзвешенной категории санитарного состояния деревьев каждой породы, а затем всех лесных насаждений на лесотаксационном выделе или его части (Об утверждении правил..., 2020) (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Шкала категорий состояния деревьев

Категория санитарного состояния деревьев	Диагностические признаки по категориям санитарного состояния деревьев	
	хвойные	лиственные
1 - здоровые (без признаков ослабления)	деревья нормального развития, крона густая, нормальной формы (для этой породы, возраста, условий местопроизрастания и сезонного периода), окраска и величина хвои (листья) нормальные, прирост текущего года нормального размера, повреждения вредителями и поражение болезнями отсутствуют, без механических повреждений ствола, скелетных ветвей, ран и дупел	
2 – ослабленные	деревья с начальными признаками ослабления, крона разреженная, хвоя светло-зеленая, прирост уменьшен, но не более чем наполовину, отдельные ветви засохли, в кроне менее 25 процентов сухих ветвей,	деревья с начальными признаками ослабления, недостаточно облиственные крона разреженная, листва светло-зеленая, прирост уменьшен, но не более чем наполовину, отдельные ветви засохли, в кроне менее 25

	возможны признаки местного повреждения ствола и корневых лап, ветвей, допустимо наличие механических повреждений и небольших дупел, не угрожающих их жизни	процентов сухих ветвей, единичные водяные побеги, возможны признаки местного повреждения ствола и корневых лап, ветвей, допустимо наличие механических повреждений и небольших дупел, не угрожающих их жизни
3 – сильно ослабленные	деревья в активной стадии повреждения неблагоприятными факторами с явно выраженными признаками ухудшения состояния, крона ажурная, слабо развита, хвоя светло-зеленая, матовая, прирост слабый, менее половины обычного, наличие усыхающих или усохших ветвей, усыхание ветвей до 2/3 кроны, сухих ветвей от 25 до 50 процентов, плодовые тела трутовых грибов или характерные для них дупла, возможны значительные механические повреждения ствола, суховершинность, часто имеются признаки повреждения болезнями и вредителями ствола, корневых лап, ветвей, хвои, в том числе, попытки или местные поселения стволовых вредителей	деревья в активной стадии повреждения неблагоприятными факторами с явно выраженными признаками ухудшения состояния, крона ажурная слабо развита, листва мелкая, светло-зеленая, светлее или желтее обычной, прирост слабый, менее половины обычного, наличие усыхающих или усохших ветвей, усыхание ветвей до 2/3 кроны, сухих ветвей от 25 до 50 процентов, обильные водяные побеги на стволе и ветвях, плодовые тела трутовых грибов или характерные для них дупла, возможны значительные механические повреждения ствола, суховершинность, часто имеются признаки повреждения болезнями и вредителями ствола, корневых лап, ветвей, листвы, в том числе, попытки или местные поселения стволовых вредителей
4 – усыхающие	деревья, поврежденные в сильной степени с максимальной вероятностью их усыхания в текущем вегетационном периоде, крона сильно ажурная, изреженная, хвоя серая, желтоватая или желто-зеленая, прирост очень слабый или отсутствует, хвоя на побеге текущего года не развитая, усыхание более 2/3 ветвей, сухих ветвей более 50 процентов, на стволе и ветвях выражены явные признаки заселения стволовыми вредителями (входные отверстия, насечки, смолотечение, смоляные воронки, буровая мука и опилки, насекомые на коре, под корой и в древесине)	деревья, поврежденные в сильной степени с высокой вероятностью их усыхания в текущем или следующем вегетационном периоде, крона сильно ажурная, листва мелкая, редкая, светло-зеленая или желтоватая, прирост очень слабый или отсутствует, усыхание более 2/3 ветвей, сухих ветвей более 50 процентов, на стволе и ветвях возможны признаки заселения стволовыми вредителями (входные отверстия, насечки, сокотечение, буровая мука и опилки, насекомые на коре, под корой и в древесине), обильные водяные побеги, частично усохшие или усыхающие

5 – погибшие	Деревья, полностью утратившие жизнеспособность, в том числе:	
5(а) – свежий сухостой	деревья, усохшие в течение текущего вегетационного периода, хвоя серая, желтая или красно-бурая, кора частично опала, на стволе, ветвях и корневых лапах часто признаки заселения стволовыми вредителями или их вылетные отверстия	деревья, усохшие в течение текущего вегетационного периода, листва увяла или отсутствует, ветви низших порядков сохранились, кора частично опала, на стволе, ветвях и корневых лапах часто признаки заселения стволовыми вредителями или их вылетные отверстия
5(б) – свежий ветровал	деревья, вываленные ветром в текущем году с полностью или частично оборванными корнями, хвоя зеленая, серая, желтая или красно-бурая, кора обычно живая, ствол повален или наклонен с обрывом более 1/3 корней	деревья, вываленные ветром в текущем году с полностью или частично оборванными корнями, листва зеленая, увяла либо не сформировалась, кора обычно живая, ствол повален или наклонен с обрывом более 1/3 корней
5(в) - свежий бурелом	деревья со сломанными ветром стволами в текущем году, хвоя зеленая, серая, желтая или красно-бурая, кора ниже слома обычно живая, ствол сломлен ниже 1/3 протяженности кроны	деревья со сломанными ветром стволами в текущем году, листва зеленая, увяла, либо не сформировалась, кора ниже слома обычно живая, ствол сломлен ниже 1/3 протяженности кроны
5(г) – старый сухостой	деревья, погибшие в предшествующие годы, живая хвоя (листва) отсутствует или сохранилась частично, мелкие веточки и часть ветвей опали, кора разрушена или осыпалась частично или полностью, на стволе и ветвях имеются вылетные отверстия насекомых, стволовые вредители вылетели, в стволе возможно наличие мицелия дереворазрушающих грибов, снаружи - плодовых тел трутовиков	
5(д) – старый ветровал	деревья, вываленные ветром в предшествующие годы, с полностью оборванными корнями, живая хвоя (листва) отсутствует, кора и мелкие веточки осыпались частично или полностью, ствол повален или наклонен с обрывом более 1/3 корней, стволовые вредители вылетели	
5(е) – старый бурелом	деревья со сломанными ветром стволами в предшествующие годы, живая хвоя (листва) отсутствует, кора и мелкие веточки осыпались частично или полностью, ствол сломлен ниже 1/3 протяженности кроны, стволовые вредители выше места слома вылетели, ниже места слома могут присутствовать: живая кора, водяные побеги, вторичная крона, свежие поселения стволовых вредителей	

При перечете обязательно указывают заселенность деревьев разных категорий стволовыми вредителями и пораженность болезнями, если признаки поражения четко выражены.

В очагах хвое- и листогрызущих вредителей перечет деревьев производится после периода восстановления хвои и листвы, до этого в случае необходимости учитывается лишь степень объедания хвои (листвы) в

процентах (1 – без повреждения, 2 – слабое повреждение – менее 25%, среднее – 25-50%, сильное – 50-75%, полное – более 75%).

Санитарное состояние древостоев определяется исходя из распределения количества деревьев или запаса по категориям санитарного состояния в пределах пробной площади.

Категория санитарного состояния деревьев каждой древесной породы рассчитывается с учетом ее доли в запасе насаждения по формуле:

$$K_{cp} = \frac{\sum(P_i \times K_i)}{100} \quad (6.1)$$

где, K_{cp} – категория санитарного состояния деревьев каждой древесной породы;

P_i – доля каждой категории санитарного состояния в процентах от запаса древесины деревьев этой древесной породы;

K_i – категория санитарного состояния дерева ($K_i = 1$ – без признаков ослабления, $K_i = 2$ – ослабленное, $K_i = 3$ – сильно ослабленное, $K_i = 4$ – усыхающее, $K_i = 5$ – погибшее).

Средневзвешенная категория санитарного состояния древостоя рассчитывается по формуле:

$$K_{cp.нас.} = \frac{\sum(P_i \times K_{spi})}{10} \quad (6.2)$$

где, $K_{cp.нас.}$ – средневзвешенная категория санитарного состояния древостоя;

P_i – доля участия древесной породы в составе лесных насаждений, в долях единицы;

K_{spi} – средневзвешенные категории санитарного состояния деревьев каждой древесной породы.

При определении средней категории санитарного состояния древостоя по запасу формула может иметь вид:

$$K_c = \frac{(M_1 \times 1 + M_2 \times 2 + M_3 \times 3 + M_4 \times 4 + M_5 \times 5)}{\sum M} \quad (6.3)$$

где, K_c – среднее значение показателя категории санитарного состояния по запасу;

$M_1; M_2 \dots M_5$ – запас деревьев первой, второй, третьей, четвертой и пятой категорий санитарного состояния, шт.;

1, 2... 5 – номер категории санитарного состояния;

$\sum M$ – общий запас деревьев на пробной площади, шт.

Аналогично формуле 6.3 можно рассчитать среднюю категорию санитарного состояния древостоя по количеству деревьев по формуле:

$$K_c = \frac{(N_1 \times 1 + N_2 \times 2 + N_3 \times 3 + N_4 \times 4 + N_5 \times 5)}{\sum N} \quad (6.4)$$

где, K_c – среднее значение показателя категории санитарного состояния древостоя по запасу;

$N_1; N_2 \dots N_5$ – количество деревьев первой, второй пятой категорий санитарного состояния, шт.;

1, 2....5 – номер категории санитарного состояния;

$\sum N$ – общее количество деревьев на пробной площади, шт.

Категория ослабленности (санитарного состояния) древостоя определяется по значению средней категории санитарного состояния. Древостой характеризуется как здоровый при $K_c = 1,0-1,5$, как ослабленный при $K_c = 1,51-2,5$, сильно ослабленный при $K_c = 2,51-3,5$, отмирающий при $K_c = 3,51-4,5$ и погибший при $K_c = 4,51$ и более.

Данные о среднем значении категории санитарного состояния позволяют не только сделать вывод о санитарном состоянии древостоя на конкретный момент времени, но и осуществлять мониторинг санитарного состояния.

На основании данных о санитарном состоянии назначаются лесоводственные мероприятия. В частности, санитарные рубки. Назначение последних производится в том случае, если запас деревьев текущего отпада превышает значение естественного отпада в древостоях аналогичного состава и возраста.

Если при расчете окажется, что уборка деревьев 4-5 категорий санитарного состояния приведет к снижению относительной полноты оставляемой для выращивания части древостоя ниже показателя устойчивости (0,5 для темнохвойных пород, 0,4 для светлохвойных и лиственных пород) – назначаются сплошные санитарные рубки.

Поскольку основным показателем, позволяющим объективно отнести дерево к той или иной категории санитарного состояния, является состояние ассимиляционного аппарата, определение санитарного состояния насаждений с участием лиственных пород в составе древостоев может производиться только в вегетационный период, когда деревья находятся в облиственном состоянии.

6.2. Оценка жизненного состояния древостоя

В последнее время для исследований состояния древостоев широко используется (распространена) методика оценки жизненного состояния древостоев, предложенная В.А. Алексеевым (1989, 1990).

В отличие от показателей санитарного состояния, в предлагаемой методике, деревьям различных категорий жизненности присваивают коэффициенты, соответствующие состоянию их здоровья, которые в дальнейшем используют в расчетах показателей жизненного состояния. По определению автора, это позволяет перейти от обычно используемых номерных индексов к показателям качественного, смыслового значения.

Наличие тех или иных диагностических симптомов повреждения листьев растений позволяет, хотя и не всегда, осуществить индикацию, опознавания фактора (или факторов), вызвавших данное повреждение. Очень часто степень ослабления (или повреждения) дерева определяется неспецифичными признаками, а именно: изреживанием густоты кроны вследствие недоразвития или преждевременного опадения листьев и хвои, резким сокращением прироста, скоротечным усыханием ветвей в верхней половине кроны и т.д.

Шкала категорий жизненного состояния деревьев может быть использована как в поврежденных, так и в неповрежденных насаждениях:

Здоровое дерево. Дерево, не имеющее внешних признаков повреждений кроны и ствола. Густота кроны обычная для господствующих деревьев (I и II классов Крафта в случае применимости этой классификации). Мертвые и отмирающие ветви сосредоточены в нижней части кроны; в верхней ее половине крупных отмерших и отмирающих ветвей нет или они единичны и по периферии кроны не видны. Закончившие рост листья и хвоя зеленого или темно-зеленого цвета. Продолжительность жизни хвои типична для региона. Любые повреждения листьев и хвои незначительны (менее 10%) и не сказываются на состоянии дерева.

Ослабленное (поврежденное) дерево. Обязателен хотя бы один из следующих признаков: а) снижение густоты кроны на 30 (25 - 40)% за счет преждевременного опадения или недоразвития листьев (хвои) или изреживания скелетной части кроны; б) наличие 30 (25 - 40)% мертвых и (или) усыхающих ветвей в верхней половине кроны) повреждение (объедание, скручивание, ожог, хлорозы, некрозы т.д.) и выключение из ассимиляционной деятельности 30% всей площади листьев (хвои) насекомыми, патогенами, пожаров, атмосферным загрязнением или по неизвестным причинам.

К категории ослабленных (поврежденных) относятся также деревья с одновременным наличием признаков «а», «б» и «в» и иными повреждениями (включая ствол и корневые лапы), проявляющимися в меньших размерах, но приводящих к суммарному ослаблению жизненного состояния дерева на 30%.

Сильно ослабленное (сильно поврежденное) дерево. В верхней половине кроны обязателен хотя бы один из следующих признаков: а) снижение густоты облиствения кроны на 60% за счет преждевременного опадения листьев (хвои) или изреживания скелетной части кроны; б) наличие 60% мертвых и (или) усыхающих ветвей; в) повреждение (объедание,

скручивание, ожог, хлорозы, некрозы т.д.) и выключение из ассимиляционной деятельности 60 (50 - 70) % всей площади листьев (хвои) в связи с повреждениями насекомыми, патогенами, пожарами, атмосферным загрязнением или по неизвестным причинам.

К категории ослабленных (поврежденных) относятся также деревья с одновременным наличием признаков «а», «б» и «в» и иными повреждениями (включая ствол и корневые лапы), проявляющимися в меньших размерах, но приводящих к суммарному ослаблению жизненного состояния дерева на 60%.

Отмирающее дерево. Основные признаки отмирания деревьев: крона разрушена, ее густота менее 15-20% по сравнению со здоровой; более 70% ветвей кроны в верхней ее части, сухие или усыхающие. Оставшиеся на деревьях листья имеют бледно-зеленый, желтоватый, желтый цвет. Некрозы имеют белесый, коричневый или черный цвет. В комлевой и средней частях ствола возможны признаки заселения стволовыми вредителями.

Приведенная классификация основана на диагностических признаках, каждый из которых достаточен для отнесения дерева к той или иной категории жизненного состояния. Вместе с тем она оставляет возможность использования любых дополнительных частных признаков, которые могут влиять на здоровье дерева. Наиболее информативно для прогнозных оценок состояние ветвей верхней половины кроны. Оптимальное время обследования древостоев – начало второй половины вегетационного периода, когда у большинства видов деревьев закончен рост листьев и побегов.

На основании данных, полученных в результате таксации деревьев и оценки их состояния на пробных площадях, рассчитывают показатели жизненного состояния древостоев. Деревьям различных категорий жизненности присваиваются коэффициенты, соответствующие состоянию их здоровья.

Состояние здоровых деревьев приравнивается к 100%, мертвых (старый или свежий сухостой) – к нулю. Для деревьев промежуточных градаций указываются коэффициенты, соответствующие их жизненному состоянию к моменту перечета. Для большинства производственных и исследовательских целей вполне достаточно оценить жизненное состояние деревьев, категории которых перечислены в вышеприведенной шкале. В этом случае целесообразно принять, что ослабленные особи утратили примерно третью часть жизненных потенций, а сильно ослабленные – $\frac{2}{3}$ и их «здоровье» оценивается соответственно в 70 и 40% от нормального. Жизненный потенциал отмирающего дерева редко превышает 5% возможного.

Расчет жизненного состояния производится по формуле:

$$L_v = \frac{(100 \times M_1 + 70 \times M_2 + 40 \times M_3 + 5 \times M_4)}{\sum M} \quad (6.5)$$

где, L_v – относительное жизненное состояние древостоя, рассчитанное с учетом крупности деревьев, %;

M_1 – запас древесины здоровых деревьев на пробной площади или на 1 га, м³;

M_2, M_3, M_4 – запас поврежденных (ослабленных), сильно поврежденных и отмирающих деревьев соответственно на пробной площади или на 1 га, м³;

100, 70, 40 и 5 – коэффициенты, выражающие жизненное состояние здоровых, поврежденных, сильно поврежденных и отмирающих деревьев, %;

ΣM – общий запас древесины в древостое на пробной площади или 1 га (включая объем сухостоя), м³ или м³/га.

При показателе $L_v = 100-80\%$ жизненное состояние древостоя оценивается как «здоровое», при 79-50% древостой считается поврежденным (ослабленным), при 49-20% – сильно поврежденным (сильно ослабленным), при 19% и ниже – полностью разрушенным.

Широко распространен расчет индексов состояния древостоев по количеству деревьев:

$$L_n = \frac{(100 \times N_1 + 70 \times N_2 + 40 \times N_3 + 5 \times N_4)}{\Sigma N} \quad (6.6)$$

где, L_n – относительное жизненное состояние древостоя, рассчитанное по количеству деревьев, %;

N_1 – количество здоровых, N_2 – ослабленных, N_3 – сильно ослабленных, N_4 – отмирающих деревьев лесообразователя (или лесообразователей) на пробной площади (или на 1га), шт;

100, 70, 40 и 5 – коэффициенты, выражающие жизненное состояние здоровых, поврежденных, сильно поврежденных и отмирающих деревьев, %;

ΣN – общее количество деревьев (включая сухостой) на пробной площади или 1га, шт.

В ряде случаев целесообразно знать не только жизненное состояние древостоя, сколько меру его поврежденности. Для проведения такой оценки деревьям разных категорий состояния придают иные коэффициенты. Так, здоровому неповрежденному дереву присваивают коэффициент 0, поврежденному (ослабленному) – 30%, сильно поврежденному – 60, усыхающему – 95, сухостоем – 100%. Формула расчета:

$$D_v = \frac{(30 \times M_2 + 60 \times M_3 + 95 \times M_4 + 100 \times M_5)}{\Sigma M} \quad (6.7)$$

где, D_v – поврежденность древостоя, в %;

M_2, M_3, M_4, M_5 – запас древесины поврежденных (ослабленных), сильно поврежденных, усыхающих деревьев и сухостоя на пробной площади или на 1га, м³;

30, 60, 95 и 100 – коэффициенты, выражающие, в % поврежденность разных категорий деревьев, %;

ΣM – общий запас древесины деревьев древостоя на пробной площади или 1га, в м³ (включая объем здоровых деревьев).

При показателе Dv менее 20% древостой можно считать «здоровым» (поврежденность от 11 до 19% свидетельствует о начальном ослаблении древостоя), при 20-49% – «поврежденным», при 50-79% – сильно поврежденным, при 80% и более – «разрушенным».

Вопросы для самоконтроля

1. *Какие факторы влияют на состояние древостоев, и какие методы используются для определения состояния древостоев?*

2. *В чем заключается различие в определении санитарного и жизненного состояния древостоев?*

3. *Какие параметры деревьев и их частей используются при определении их состояния?*

4. *Сколько категорий санитарного состояния деревьев вы знаете и в чем их различия?*

5. *На каком принципе основано определение жизненного состояния деревьев?*

6. *В чем заключаются различия между показателем поврежденности и показателем относительного жизненного состояния древостоя?*

7. Определение количественных и качественных показателей естественного лесовозобновления

Одной из важнейших характеристик ценопопуляции, отражающей ее репродуктивную способность, степень адаптации, стабильность и тенденции динамики численности в тех или иных условиях среды, является естественное возобновление (Данчева и др., 2022). Представляя собой неотъемлемый этап лесообразования и предпосылку длительного существования лесов, процесс лесовозобновления в рекреационно нарушенных лесах создает необходимость постоянного сбора данных количественных и качественных показателей для мониторинга успешности данного процесса.

Естественное возобновление – одна из важнейших характеристик ценопопуляции, отражающая ее репродуктивную способность, степень адаптации, стабильность и тенденции динамики численности в тех или иных условиях среды (Санников, Санникова, 1985).

Возобновление – это процесс появления и роста всходов, а затем накопления самосева и подроста в основном в разомкнутом состоянии; стадия завершается формированием молодняка (Луганский и др., 2010).

Всходы древесных пород – древесные растения в возрасте до 2 лет, образовавшиеся из семян, когда молодой организм живет за счет эндосперма семени и запасных веществ семядолей.

Самосев древесных пород – молодое поколение древесных растений в возрасте 3-5 лет, а в условиях севера – до 10 лет, образовавшихся из семян естественным путем.

Подрост – молодое поколение древесных растений под пологом древостоев, на вырубках и гарях, способное в данных условиях сформировать древостой. Высота подроста не более $\frac{1}{4}$ высоты древостоя.

Количество подроста под пологом древостоя, его состав, возрастная структура, характер распределения по площади и жизнеспособность могут сильно различаться в зависимости от лесорастительных условий, состава и сомкнутости материнского древостоя, мощности и сложения лесной подстилки, состава и густоты живого напочвенного покрова, развития подлеска и ряда других факторов (Побединский, 1966).

В практике лесного хозяйства и при научных исследованиях часто бывает необходимо дать оценку успешности естественного возобновления леса. Для этих целей применяют два метода: глазомерный и учетный (Нестеров, 1958).

При *глазомерном методе* тщательно осматривают территорию, на которой изучается естественное возобновление леса, а затем делают ориентировочную его оценку.

При *изучении лесовозобновительных процессов*, прежде всего, необходимо установить количество самосева и подроста, степень его жизнеспособности под пологом древостоев различной сомкнутости в наиболее распространенных типах леса. Это достигается учетом всходов и

подроста на пробных площадях, закладываемых для изучения таксационной характеристики древостоев или на специально отграниченных для этих целей пробных площадях и учетных полосах различной формы и размера (Нестеров, 1958; Погребняк, 1963; Побединский, 1966).

Для этого через середину пробной площади параллельно двум ее сторонам провешивают визир. На этой линии и двух параллельных сторонах пробной площади через 5-10 м намечаются центры учетных площадок из такого расчета, чтобы на каждой линии их было одинаковое количество (обычно 10). Размер учетных площадок 2×2 м. В отдельных случаях (при большом количестве подроста с равномерным распределением по площади) размеры учетных площадок уменьшают до 1×1 м, а их количество – до 5-7 на каждой линии (Побединский, 1966).

Если молодое поколение в основной массе еще не вышло за пределы возраста 1-5 лет, вполне целесообразно для его учета закладывать учетные площадки размером 1 или 2 м² (Нестеров, 1958) или учетные площадки в виде полосы 1×5 или 1×10 м² (Погребняк, 1963). В тех случаях, когда подрост достиг возраста 5-10 лет, учетные площадки закладывают в 4-5-10 м² (Нестеров, 1958) или пробные площадки 0,1-0,2 га предпочтительно в виде полосы, проходящей через элементы с разной освещенностью, рельефом и т.п. (Погребняк, 1963).

При более взрослом подрасте следует закладывать пробные площадки размером 0,1-0,2 га со сплошным учетом подроста. В изучаемом лесном участке должно быть 15-25 учетных площадок размером 4 или 5 м². Это в большинстве случаев даст точность учета около 10%. Количество пробных площадей для надежности должно быть до трех в каждом изучаемом лесном участке (Побединский, 1966).

При наличии разновозрастного подроста от 1 до 10-15 лет следует комбинировать малые площадки с большими, причем на малых учитывается полностью весь подрост, на больших – только начиная с определенной высоты (например, свыше 1 м). Данные малых и больших площадок перечисляются на 1 га и суммируются (Погребняк, 1963).

В однородном, чистом насаждении при однообразном рельефе, составе, форме, возрасте и полноте древостоя лучше всего отбить пробную площадь 0,5-1 га и на ней закладывать в шахматном или рядовом порядке по 15-25 учетных площадок.

Если необходимо определить ход естественного возобновления леса на открытой площади, например, вырубке, то можно закладывать учетные площадки поперек вырубки параллельными рядами. Таких рядов должно быть от 3 до 5. Расстояние между рядами, в зависимости от площади вырубки, может быть равно 100, 200, 300 м.

На этих рядах нужно закладывать учетные площадки через каждые 10-20 м так, чтобы в ряду их было не менее 5, а на всех рядах 15-25 и более.

Также можно закладывать поперек вырубки учетные полосы в виде лент шириной 1, 2, 4, 5, 10 м, разделяя эти ленты на учетные площадки. Заложив

3, 5 и более таких лент, мы можем обрабатывать результаты учета также по расстояниям от стен леса.

Если нужно учесть влияние обсеменителей – отдельных деревьев и групп, то учетные площадки следует закладывать около них в виде кругов, разделенных на секторы, в зависимости от стран света, с отдельным учетом подроста по этим секторам. При изучении значения других факторов, например рельефа, учетные площадки следует закладывать в разных местах: на склонах разных экспозиций, в низинах, на буграх и т.д., и обрабатывать результаты учета по этим группам.

Если для изучения естественного возобновления закладываются специальные дополнительные пробные площади, то для этой цели прокладывается опорная линия длиной 100 м; на середине (50 м) и концах этой линии восстанавливаются перпендикуляры и прокладываются три параллельные линии длиной по 100 м. На каждой из них закладывают по 10 учетных площадок размером 2×2 м. При большом количестве подроста (свыше 8 тыс. на 1 га), а также равномерном его распределении размер площадок можно уменьшить до 1 м², а количество их сократить до 15-18.

В древостоях, где подрост встречается группами и приурочен к «окнам» или прогалинам, на пробных площадях размером 100×100 м учитывают группы подроста с указанием их площади. Затем в «окнах» с подростом ограничивают две ленты шириной 1 м. Направление лент: север-юг; восток-запад.

Если подрост приурочен не только к «окнам», а встречается и под деревьями, расположенными около «окон», то ленты должны продолжаться и под пологом древостоя. Ленты разбиваются на метровые отрезки, которым присваиваются порядковые номера. Учет подроста с замером его высоты производят на каждом метровом отрезке отдельно.

В «окнах» больших размеров учет производится не на каждом отрезке, а через один или два. Для каждого «окна» составляют абрис, на котором указывается расположение лент, номера учетных площадок, а наносятся проекции крон деревьев, расположенных по периферии «окна». Перечет подроста производится в «окнах» различных размеров при соблюдении трехкратной повторности.

Количество площадок зависит от степени равномерности распределения всходов и подроста, причем, чем оно менее равномерно, тем желательнее заложение большего количества учетных площадок, но не менее 5.

На каждой площадке производится перечет подроста с замером его высоты и определением возраста (по мутовкам или годичным кольцам у шейки корня).

Данные перечета заносят в ведомость (приложение 8).

Подрост всех древесных пород *по высоте* подразделяется на три категории (Об утверждении..., 2021):

- 1) мелкий – до 0,5 метра,
- 2) средний – 0,6-1,5 метра,
- 3) крупный – более 1,5 метра.

При этом, подлежащий сохранению молодняк учитывается вместе с крупным подростом.

Для научных целей иногда подрост делится по высоте – до 0,1 м; 0,1-0,25; 0,26-0,5; 0,51-1,0; 1,0-2,0; свыше 2,0 м; по возрасту – всходы, 2-5 лет, 6-10, 11-15 и т.д.; по состоянию – жизнеспособный, сомнительный, нежизнеспособный.

По густоте подрост всех древесных пород подразделяется на следующие категории:

- 1) редкий – до 2000 шт/га,
- 2) средней густоты – 2000 – 8000 шт/га,
- 3) густой – более 8000 шт/га.

Отнесение подростка к той или иной группе жизнеспособности производится визуально на основании ряда морфологических признаков (цвет и длина хвои; форма кроны, ее протяжение, компактность; прирост по высоте главного и боковых побегов и др.). Эти признаки устанавливаются с учетом биологических особенностей древесных пород, условий произрастания, возраста подростка и т.д.

Основными критериями жизнеспособности являются:

– *жизнеспособный* подрост – с нормальным облиствением кроны, зеленой листвой (хвоей), пропорционально развитыми по высоте и диаметру стволиками;

– *сомнительный* – сильно ослабленный и поврежденный, вероятность выживания составляет примерно 50%;

– *нежизнеспособный* – часто суховершинный или сухой.

После определения количества всходов и подростка на 1 га, необходимо дать оценку естественному возобновлению леса. Для этого используют шкалы (таблица 7.1).

Таблица 7.1 – Шкала для оценки естественного возобновления леса (Нестеров, 1958)

Оценка возобновления	Преобладающий возраст всходов и подростка, лет		
	1-5	6-10	11-15
	Число жизнеспособных всходов и подростка всех возрастов на 1 га, тыс. шт.		
Хорошее	Больше 10	Больше 5	Больше 3
Удовлетворительное	10-5	5-3	3-1
Слабое	5-3	3-1	1-1/2
Плохое	Меньше 3	Меньше 1	Меньше 1/2

Примечание: При пользовании шкалой всходы учитываются в половинном количестве, подрост – целиком.

Для оценки порослевого возобновления нужно производить на пробных площадях учет пней и порослевин по породам, возрастам, состоянию, размерам.

Пробные площади для учета поросли надо закладывать размером 0,5-1 га. При изучении семенного и порослевого возобновления в целом лесном массиве пробные площади желательно располагать по участкам разных типов леса, вариантов полноты и классов возраста лесонасаждений.

Оценка возобновления проводится на основе количества жизнеспособного подроста. Всходы при оценке возобновления не учитываются.

При оценке успешности возобновления следует принимать во внимание характер распределения подроста по площади.

Кроме определения количества подроста на единицу площади (на 1 га) необходимо установить и его встречаемость.

Под *встречаемостью* понимают отношение (выраженное в процентах) количества площадок с подростом к общему количеству учетных площадок на пробной площади.

Встречаемость подроста определяется по следующей формуле:

$$P = \frac{(n \times 100)}{N} \quad (7.1)$$

где, P – встречаемость подроста, %;

N – общее количество учетных площадок на пробной площади, шт;

n – число площадок с наличием подроста.

При определении встречаемости в расчет принимают только жизнеспособный подрост. Отдельно можно проводить оценку встречаемости подроста по каждой высотной категории.

Лесовозобновление оценивается как успешное, при условии, что в сухих лесорастительных условиях встречаемость подроста должна быть не ниже 50%, в свежих лесорастительных условиях – свыше 60% (Побединский, 1966).

Согласно действующим Правилам лесовосстановления (2021) характер распределения подроста всех древесных пород по площади в зависимости от показателя встречаемости делится на три категории:

- 1) равномерный – встречаемость свыше или равна 65%,
- 2) неравномерный – встречаемость 40-65%,
- 3) групповой (не менее 10 штук мелких или 5 штук средних и крупных экземпляров жизнеспособного и сомкнутого подроста).

В целях выполнения лесовосстановления осуществляется ежегодный учет площадей вырубок, гарей, прогалин, иных не занятых лесными насаждениями или предназначенных для лесовосстановления земель, при котором, в зависимости от состояния и количества на них подроста и молодняка, определяются способы лесовосстановления в соответствии с

требованиями, разработанными с учетом лесорастительных зон Российской Федерации (Об утверждении правил, 2021).

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое естественное возобновление леса, его стадии и роль в лесообразовательном процессе?
2. Какие факторы влияют на количественные и качественные показатели естественного возобновления?
3. В чем заключается особенность таксации лесовозобновления на вырубках и гарях?
4. Какие методы используются для оценки успешности естественного возобновления леса?
5. На какие категории делится подрост по высоте и густоте?
6. По каким параметрам определяется жизнеспособность подроста?
7. В чем заключается смысл показателя встречаемости подроста и как он определяется?

Заключение

Значение сбалансированного подхода к оценке лесных насаждений, как сложного многокомпонентного природного объекта, выполняющего важные ресурсные, экологические, социальные функции, и организации их рационального использования в современных условиях возрастает в связи с постоянным увеличением потребности в них.

Оценка лесных ресурсов в большинстве случаев проводится на основе использования методов таксации леса. Знание основных методов и способов таксации леса, владение навыками их правильного применения способствует эффективному проведению различных работ: современной оценки количественных и качественных показателей лесных ресурсов и мониторинга их динамики; выявления негативных изменений и деградации лесов под влиянием различного рода факторов антропогенного и природного характера; планирования и проведения своевременных лесохозяйственных мероприятий для сохранения и повышения продуктивности, устойчивости и воспроизводства лесных насаждений.

Обеспечение устойчивого развития лесных насаждений с целью рационального пользования лесными ресурсами можно лишь путем проведения комплекса научно-обоснованных хозяйственных мероприятий, а также организации системы контроля над состоянием природных объектов.

В представленной работе приведен обширный перечень библиографических источников, который позволит студенту и исследователю, в случае необходимости проведения более детальных работ обратиться к первоисточнику.

В представленной работе предпринята попытка на основании литературных данных и материалов собственных исследований автора предложить методики сбора материала, его обработки и анализа при проведении таксационных работ в лесных насаждениях различного целевого назначения.

Учитывая сложность приобретения дорогостоящего оборудования, в работе предложены преимущественно устоявшиеся методики, позволяющие при минимальных затратах осуществлять сбор и обработку материала на достаточно высоком уровне.

Учебное пособие преследует цель оказать помощь, прежде всего, студентам в освоении дисциплин, связанных в той или иной мере с методами таксации и получении навыков таксационных работ, а также начинающим исследователям в плане выбора конкретной методики изучения отдельных компонентов лесных насаждений.

Библиографический список

- Абрамова, Л.П. Рубки обновления и переформирования в лесах Урала: Монография /Л.П. Абрамова, С.В. Залесов, С.Г. Казанцев, Н.А. Луганский, А.Г. Магасумова. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2007 – 264 с.
- Азаренок В.А., Залесов С.В. Экологизированные рубки леса: учебное пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. – 97с.
- Алексеев, В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В.А. Алексеев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51-57.
- Алексеев, В.А. Диагностика повреждений деревьев и древостоев при атмосферном загрязнении и оценка их жизненного состояния / В.А. Алексеев // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. – Ленинград: Наука, 1990. – С. 38-53.
- Алексеев, В.А. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / В.А. Алексеев, Л.С. Доченжир // Лесоведение. – 1981. – № 5. – С. 64-70.
- Анучин, Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1960. – 521 с.
- Анучин, Н.П. Таксация и устройство разновозрастных лесов / Н.П. Анучин. – М.: Лесная промышленность, 1969. – 63 с.
- Анучин, Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 512 с.
- Анучин, Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин – М.: Лесная промышленность, 1977. – 512 с.
- Анучин, Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 552 с.
- Арборетум лесного питомника «Ак кайын» РГП «Жасыл Аймак» / Ж. О. Суюндиков, А. В. Данчева, С. В. Залесов [и др.]. – Екатеринбург: ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2017. – 92 с.
- Артюховский, А.К. Санитарно-гигиенические и лечебные свойства леса. / А.К. Артюховский – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1985. – 104 с.
- Атрохин, В.Г. Ландшафтное лесоводство. / В.Г. Атрохин, В.Я. Курамшин – М.: Экология, 1991. – 176 с.
- Атрохин, В.Г. Окружающая среда и лесное хозяйство. / В.Г. Атрохин, В.Н. Власюк – Пушкино: Гослесхоз, 1980. – 95 с.
- Белов, С.В. Лесоводство: Учебное пособие для вузов. / С.В. Белов – М.: Лесная промышленность, 1983. – 352 с.
- Берюшев, К.Г. Гигиеническое значение озеленения городов / К.Г. Берюшев // Руководство по коммунальной гигиене. Т. 1. – М.: Медгиз, 1961. – С. 557 – 593.
- Бобров, Р.В. Благоустройство лесов. / Р.В. Бобров – М.: Лесная промышленность, 1977. – 192 с.
- Бобров, Р.В. Лесная эстетика. / Р.В. Бобров – М.: Агропромиздат. 1989. – 191 с.

Бузыкин, А.И. Густота и продуктивность древесных ценозов/А.И. Бузыкин, Л.С. Пшеничникова, В.Г. Суховольский. – Новосибирск: Наука, 2002. -152 с.

Бунькова, Н. П. Ландшафтные рубки в рекреационных лесах / Н. П. Бунькова, Е. С. Залесова, А. В. Данчева // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 10(164). – С. 2.

Бухтояров, В.А. Воздействие антропогенных факторов на состояние лесных насаждений / В.А. Бухтояров, О.Д. Цыплакова // Лесное хозяйство. – 1984. – № 7. – С.33-34.

Воронин, В. В. Обоснование лесохозяйственных мероприятий для рекреационных лесов Северо-Востока Европейской России / В. В. Воронин, С. В. Третьяков, Ю. Н. Шумилова [и др.] // Сибирский лесной журнал. – 2021. – № 4. – С. 56-63. – DOI 10.15372/SJFS20210405.

Гаврилов, Г.М. Благоустройство лесопарков. / Г.М. Гаврилов, М.М. Игнатенко – М.: Агропромиздат, 1987. – 183 с.

Генсирук, С.А. Рациональное природопользование. / С.А. Генсирук. – М.: Лесная промышленность, 1979. – 312 с.

Генсирук, С.А. Рекреационное использование лесов / С.А. Генсирук, М.С. Нижник, Р.Р. Возняк. – Киев: Урожай, 1987. – 346 с.

ГОСТ 8.010-99 «Межгосударственный стандарт. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Основные положения». – 17 с.

ГОСТ 8.207-76 «Прямые измерения с многократными наблюдениями. Метод обработки результатов наблюдений» – 8 с.

ГОСТ 18486-87 «Лесоводство. Термины и определения». – 18 с.

ГОСТ 32594-2013 «Межгосударственный стандарт лесоматериалы круглые. Методы измерений». – М.: Стандартинформ, 2015 – 64 с.

Гусев, Н.Н. Совершенствование принципов проектирования в рекреационных объектах / Н.Н. Гусев // Экспресс-информация. – М.: ЦБНТН лесхоз, 1982. Вып. 4. – 32 с.

Данчева, А. В. Определение стадий рекреационной дигрессии в сосновых насаждениях Казахского мелкосопочника (на примере ГНПП "Бурабай") / А. В. Данчева, С. В. Залесов, Б. М. Муканов, А. В. Портянко // Аграрная Россия. – 2014. – № 10. – С. 9-15.

Данчева, А. В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения / А. В. Данчева, С. В. Залесов. – Екатеринбург: ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет"», 2015. – 152 с.

Данчева, А. В. Влияние рубок ухода различной интенсивности на состояние естественных сосняков / А. В. Данчева, С. В. Залесов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2016. – № 18(239). – С. 32-38.

Данчева, А. В. Функциональное зонирование сосняков рекреационного назначения казахского мелкосопочника / А. В. Данчева, С. В. Залесов, Р. Р. Султанова // Вестник Башкирского государственного аграрного

университета. – 2017. – № 2(42). – С. 101-105. – DOI 10.31563/1684-7628-2017-42-2-101-105.

Данчева, А. В. Повышение рекреационной устойчивости и привлекательности сосновых лесов Казахстана: специальность 06.03.02 «Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация»: диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Данчева Анастасия Васильевна. – Уфа, 2018. – 515 с.

Данчева, А. В. Оценка эффективности рубок ухода в сосняках Казахского мелкосопочника на основе лесоводственного и древесно-кольцевого анализа / А. В. Данчева, М. А. Гурская, С. В. Залесов, Б. М. Муқанов // Лесоведение. – 2020. – № 6. – С. 503-514. – DOI 10.31857/S0024114820060030.

Данчева, А. В. Оценка эколого-биологической продуктивности сосновых древостоев островных боров Казахстана / А. В. Данчева, В. К. Панкратов // Вестник ИрГСХА. – 2021. – № 105. – С. 49-63. – DOI 10.51215/1999-3765-2021-105-49-63.

Данчева, А. В. Оценка эффективности рубок ухода в сухих сосняках казахского мелкосопочника / А. В. Данчева, В. К. Панкратов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2021. – № 2(380). – С. 45-55. – DOI 10.37482/0536-1036-2021-2-45-55.

Данчева, А. В. Влияние рубок ухода на биологическую устойчивость сосняков защитного назначения Северного Казахстана / А. В. Данчева, С. В. Залесов // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 4. – С. 5-13. – DOI 10.18698/2542-1468-2022-4-5-13.

Данчева, А. В. Естественное возобновление сосны в городских лесах города Тюмени (на примере экопарка «Затюменский») / А. В. Данчева, С. В. Залесов, Н. В. Лучкина, В. С. Коровина // Природообустройство. – 2022. – № 4. – С. 124-131. – DOI 10.26897/1997-6011-2022-4-124-131.

Добровольский, В.К. Лес и современное природопользование. / В.К. Добровольский, В.Г. Барский, Г.Я. Кукушкин, В.Т. Николаенко. – М.: Агропромиздат, 1986. – 207 с.

Желдак В.И. Природно-целевые объекты лесоводства – основа разработки и применения эффективных лесоводственных мероприятий в лесах различного целевого назначения // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2019. – Т. 23. – № 2. – С. 35–44. doi: 10.18698/2542-1468-2019-2-35-44.

Залесов, С.В. Повышение продуктивности сосновых лесов Урала: монография. / С.В. Залесов, Н.А. Луганский. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. – 330 с.

Залесов, С. В. Ландшафтные рубки в лесопарках / С. В. Залесов. – Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2011. – 175 с.

Залесов, С. В. Лесоводственная эффективность рубок реформирования В. В. Селиванова / С. В. Залесов, А. С. Оплетаев // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 6(85). – С. 47-49.

Залесов, С. В. Ландшафтные рубки в лесопарках. / С.В. Залесов, А. Ф. Хайретдинов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. – 176 с.

Залесов, С. В. Опыт интродукции древесно-кустарниковых растений в лесном питомнике «Ак Кайын» / С. В. Залесов, М. Р. Ражанов, А. В. Данчева, А. С. Оплетаев // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2016. – Т. 20. – № 2. – С. 21-25.

Залесов, С.В. Эффективность рубок обновления в рекреационных сосняках / С.В. Залесов, С.В. Бачурина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 12 (110). – С. 53 - 57.

Залесов, С. В. Рекреационное лесоводство. Термины, понятия, определения: учебный справочник / С. В. Залесов, А. В. Данчева, Е. С. Залесова. – Екатеринбург: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный лесотехнический университет», 2016. – 50 с.

Залесов, С. В. Лесоводство: учебник / С. В. Залесов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. – 295 с.

Захаров, В.К. Лесная таксация. / В.К. Захаров. - М.: Высшая школа. – 1961. – 360 с.

Захаров, В.К. Лесная таксация. / В.К. Захаров. - М.: Лесная пром-ть, 1967. – 406 с.

Ибатуллина, Э.З. Проведение ландшафтных рубок в рекреационных лесах / Э.З. Ибатуллина, К.М. Габдрахимов // Вестник БГАУ. 2014. № 1. – С. 82 - 84.

Казанская, Н.С. Рекреационные леса (состояние, охрана, перспективы использования). / Н.С. Казанская, В.В. Ланина, Н.Н. Марфенин. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 96 с.

Клюкин, М.А. Проблемы рекреационные нагрузок береговых территорий озер Ая, Кольванское и Новосибирского водохранилища / М.А. Клюкин, И.Н. Ротанова // Вестник Томского государственного университета. – 2011. – № 347. – С. 185 - 190.

Ковтунов, В.П. Основные принципы эстетической и санитарно-гигиенической оценки ландшафтов лесопарков / В.П. Ковтунов // Лесной журнал. – 1973. – № 5. – С. 22 - 23.

Колпиков, М.В. Лесоводство. / М.В. Колпиков. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 402 с.

Леонова, В. А. Особенности ландшафтного проектирования объектов г. Еревана / В. А. Леонова, В. Е. Чатинян, Н. Т. Ефремян // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 1. – С. 69-83. DOI 10.18698/2542-1468-2022-1-69-83.

Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 30.12.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022). URL: www.consultant.ru (дата обращения 01.05.2022)

Луганский Н. А. Научное обоснование способов возобновления и формирования молодняков на вырубках сосновых лесов Урала: автореф. дис. ... докт. сельхоз. наук. Алма-Ата, 1974. 56 с.

Луганский Н.А. Ландшафтные рубки / Н.А. Луганский, Л.И. Аткина, Е.С. Гневнов, С. В. Залесов, В.Н. Луганский // Лесное хозяйство. – 2008. – № 6. – С. 20 - 22.

Луганский, Н.А., Залесов, С.В., Луганский, В.Н. Лесоведение и лесоводство. Термины, понятия, определения: учебное пособие / Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург, 2010. – 128 с.

Мелехов, И.С. Лесоведение: учебник для вузов. / И.С. Мелехов. – М.: Лесная промышленность, 1980. – 408 с.

Меллума, А.Ж. Отдых на природе как природоохранная проблема. / А.Ж. Меллума, Р.Х. Рунгуле, И.В. Эмсис. – Рига: Зинатне, 1982. – 157 с.

Мониторинг состояния лесных и городских систем: монография. / Под ред. В.С. Шалаева, Е.Г. Мозолева. – М.: МГУЛ, 2004. – 235 с.

Мусин, С.М. Повышение устойчивости лесов Северного Казахстана / С.М. Мусин // Новости науки. – 2000. – № 1. – С. 40 - 43

Мусин, Х.Г. Оптимизация рекреационного лесопользования в зеленой зоне Казани / Х.Г. Мусин // Лесное хозяйство. – 2007. – № 2. – С. 19 - 20.

Мусин Х.Г. Эффективность ландшафтных рубок в рекреационных лесах / Х.Г. Мусин // Вестник БГАУ. – 2013. – № 2. – С. 115 - 117.

Нестеров, В.Г. Лесоводство / В.Г. Нестеров. – М.: Гос. изд-во сельскохозяйственной литературы (Сельхозгиз). – 1958. – 464 с.

Нижник М.С. Лес и отдых. / М.С. Нижник. – Киев: Наукова думка, 1989. – 120 с.

Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления Приказ от 29 декабря 2021 г. N 1024 URL: www.consultant.ru (дата обращения 01.05.2022).

Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах. Постановление Правительства РФ от 09.12.2020 N 2047. URL: www.consultant.ru (дата обращения 01.12.2022).

Оплетаев, А. С. Переформирование производных мягколиственных насаждений в лиственничники на Южном Урале: монография / А. С. Оплетаев, С. В. Залесов ; Оплетаев А.С., Залесов С.В.. – Екатеринбург : РИО УГЛТУ, 2014. – 158 с. – ISBN 978-5-94984-477-9.

Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.]. – Издание 3-е, дополненное и переработанное. – Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2020. – 90 с.

ОСТ 56-69-83 Площади пробные лесоустойчивые. Метод закладки. – М., 1983. – 60 с.

Побединский, А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. / А.В. Побединский. – М.: Наука, 1966. – 64 с.

Погребняк, П.С. Общее лесоводство / П.С. Погребняк. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 399 с.

Позывайло, Ю.И. Рекреационная составляющая в экономической оценке лесов зеленых зон / Ю.И. Позывайло // Лесное хозяйство. – 1992. – № 11. – С. 28 - 31.

Поляков, А.Н. Основы лесоводства и лесной таксации. / А.Н. Поляков, Н.М. Набатов. – М.: Лесная пром-ть, 1983. – 224 с.

Пономарева, А. В. Развитие экологического туризма на базе особо охраняемых природных территорий / А. В. Пономарева, Н. П. Бунькова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 5-1(107). – С. 142-147.

Преловский, В.И. Некоторые вопросы эстетики и композиции насаждений общественного пользования во Владивостоке / В.И. Преловский, Г.И.Худеков, А.Ф. Журавков // Некоторые аспекты рекреационных исследований зеленого строительства. – Владивосток, 1989. – С. 74 - 83.

Программа и методика биогеоценологических исследований / Под редакцией Н.В. Дылиса. – М.: Наука, 1974. – 402 с.

Программа и методика биогеоценологических исследований. Под редакцией В.Н. Сукачева, Н.В. Дылиса. – М.: Изд-во Наука, 1966. – 332 с.

Пронин, М.И. Лесопарковое хозяйство: учебник для техникумов. / М.И. Пронин. – М.: Агропромиздат, 1990. – 175 с.

Пряхин, В.Д. Пригородные леса. / В.Д. Пряхин, В.Т. Николаенко. – М.: Лесная промышленность, 1981. - 248 с.

Рахматуллин, З. З. Рациональное лесопользование в липняках / З. З. Рахматуллин, А. Ф. Хайретдинов, Р. Б. Набиуллин // Башкирский экологический вестник. – 2006. – № 2. – С. 29-31.

Репшас, Э.А. Определение рекреационных нагрузок и стадий дигрессии леса / Э.А. Репшас // Лесное хозяйство. – 1978. – № 12. – С. 22 - 23.

Рысин, Л.П. Рекреационные леса и проблема оптимизации рекреационного лесопользования / Л.П. Рысин // Рекреационное лесопользование в СССР. – М.: Наука, 1983. – С. 5 - 20.

Рысин, Л.П. Эколого-биологический мониторинг состояния лесов рекреационного назначения / Л.П. Рысин // Лесное хозяйство. – 1990. – № 2. – С. 30 - 32.

Рысин, Л. П. Биологическое разнообразие и лесная типология / Л. П. Рысин, Л. И. Савельева // Лесоведение. – 2005. – № 4. – С. 31-39.

Саевич, К.Ф. Рациональное использование лесных ресурсов. / К.Ф. Саевич. – Минск: Ураджай, 1990. – 232 с.

Санников, С.Н. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса. / С.Н. Санников, Н.С. Санникова. – М.: Наука, 1985. – 152 с.

Семенюта Ф.И. Лесная таксация и лесоустройство. / Ф.И. Семенюта. – М.: Лесная пром-ть, 1961. – 340 с.

Сеннов С.Н. Лесоведение и лесоводство: учебник для студ.вузов. – М.: Издательство «Академия», 2005. – 256 с.

Синицын С.Г. Рациональное лесопользование. – Москва: Агропромиздат, 1987 – 332 с.

Соболев, Н. В. Экологическая рекреационная емкость как мера запаса лесных рекреационных ресурсов / Н. В. Соболев, А. В. Байчибаева, А. В. Данчева // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 5(84). – С. 52-55.

Соломенцева, А. С. Состояние древесных растений на объектах защитного лесоразведения и озеленения Калачевского района Волгоградской области / А. С. Соломенцева // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2022. – № 5(389). – С. 58-72.

Справочник по таксации лесов Казахстана / составители: А.А. Макаренко, П.М. Лагунов, Б.Е. Харитонов, Е.И. Шевчук, В.М. Кричун, Т.Х. Томурзин. – Алма-Ата: Кайнар, 1980. – 313 с.

Таран, И.В. Рекреационные леса Западной Сибири. / И.В. Таран. – Новосибирск: Наука, 1985. – 228 с.

Тарасов, А.И. Рекреационное лесопользование. / А.И. Тарасов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 177 с.

Тедер, Х.О. Лес и отдых. / Х.О. Тедер, Ф.Р. Ныммсалу, М.М Маргус., М.Э. Виснапу, В.Ю. Соосаар, Х.В. Луйк, А.Ю. Эрд, Э.П. Таппо, А.И. Мерихейн, А.П. Паливитс. – М.: Лесная промышленность, 1975. – 192 с.

Формирование лесопарковых ландшафтов: практические рекомендации. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1981. – 43 с.

Хайретдинов, А. Ф. Повышение продуктивности лесов региона и непрерывность лесопользования / А. Ф. Хайретдинов // Северо-восточный регион Башкортостана: актуальные проблемы и пути их решения. – Уфа-Большееустьинское: Издательство «Гилем», 1996. – С. 18-20.

Хайретдинов, А.Ф. Дифференцированная оценка рекреационного потенциала лесов / А.Ф. Хайретдинов, Х.Г. Мусин, Р.Х. Гафиятов, И.Р. Нафикова // Вестник БГАУ. – 2010. – № 3. – С. 49 - 55.

Хайретдинов, А.Ф. Введение в лесоводство: учебное пособие. / А.Ф. Хайретдинов, С.В. Залесов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. - 202 с.

Хайретдинов, А.Ф. Природа и насаждения зеленой зоны г. Уфы. / А.Ф. Хайретдинов. – Уфа: БГАУ, 2007. – 180 с.

Ханбеков, Р.Н. Повышение устойчивости рекреационных лесов / Р.Н. Ханбеков // Повышение комплексной продуктивности лесов. Сборник научных трудов. - М.: ВНИИЛМ, 1987. – С. 105 - 114.

Эколого-лесоводственные основы формирования высокопродуктивных липняков: учебное пособие для студентов, обучающихся по спец. «Лесное и лесопарковое хозяйство» / А. К. Габделхаков, К. М. Габдрахимов, С. И. Конашова [и др.]. – Уфа: Башкирский ГАУ, 1998. – 190 с.

Jokouchi J., Ambe J. Aerosols formed from the chemical reaction of monoterpenes and ozon / Ibid. 1985. – Vol. 19. – № 8. – P. 1271 - 1276.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Коэффициенты полндревесности для беспрокладочных штабелей на земле
(на складе) при длине круглых лесоматериалов до 2 м

Порода	Коэффициент полндревесности лесоматериалов K_{Π}		
	с корой	грубоокоренных	окоренных
Длиной менее 1 м			
Ель, пихта	0,710	0,760	0,780
Сосна	0,690		
Лиственница	0,670		
Береза, осина	0,700	–	0,790
Липа	0,670		
Длиной от 1 до 2 м			
Ель, пихта	0,690	0,740	0,760
Сосна	0,670		
Лиственница	0,650		
Береза, осина	0,680	–	0,770
Липа	0,660		

Примечание:

1) Приведенные коэффициенты полндревесности являются базовыми и могут быть скорректированы по согласованию продавца и покупателя в случаях поставки круглых лесоматериалов мелкими партиями (менее 100 м³), влияния факторов укладки, выявленных при повторных измерениях неточностей.

2) При наличии в штабеле бревен с частично удаленной корой (доля которых свыше 30%) к коэффициентам «полндревесности в коре» применяют поправочный коэффициент, средневзвешенный между коэффициентами для бревен в коре и без коры в соответствии с процентным содержанием тех и других.

3) Коэффициенты полндревесности для дров и сырья древесного для технологической переработки определены с учетом измерения диаметра бревен с корой и определения их объема с корой.

Коэффициенты полндревесности штабелей бревен при длине
круглых лесоматериалов 3 м и более

Порода	Коэффициент полндревесности лесоматериалов K_n в зависимости от длины сортимента, м				
	3	4	5	6	7
Ель, пихта	0,673	0,665	0,660	0,655	0,651
Сосна	0,660	0,655	0,652	0,650	0,648
Лиственница	0,645	0,640	0,637	0,635	0,633
Береза, осина	0,670	0,663	0,660	0,656	0,652

Примечание:

1) Приведенные коэффициенты полндревесности являются базовыми и могут быть скорректированы по согласованию продавца и покупателя в случаях поставки круглых лесоматериалов мелкими партиями (менее 100 м³), влияния факторов укладки, выявленных при повторных измерениях неточностей.

2) При наличии в штабеле бревен с частично удаленной корой (доля которых свыше 30%) к коэффициентам «полндревесности в коре» применяют поправочный коэффициент, средневзвешенный между коэффициентами для бревен в коре и без коры в соответствии с процентным содержанием тех и других.

ВЕДОМОСТЬ
измерительно-перечислительной таксации

_____ область _____ лесхоз _____ лесничество

_____ квартал _____ выдел _____ пробная площадь _____ размер (га)

№ дерев а	Вид	Диаметр, см			Высота , м	Категория санитарног о состояния	Показатель жизненног о состояния							Примечание
		С- Ю	З- В	сред. знач.										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	

Площадь поперечного сечения

Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²
01	0,000001	26	0,00053	51	0,00204	76	0,00454	101	0,00801	126	0,01247	151	0,01791	176	0,02433
02	0,000003	27	0,00057	52	0,00212	77	0,00466	102	0,00817	127	0,01267	152	0,01815	177	0,02461
03	0,000007	28	0,00062	53	0,00221	78	0,00478	103	0,00833	128	0,01287	153	0,01839	178	0,02488
04	0,00001	29	0,00066	54	0,00229	79	0,00490	104	0,00850	129	0,01307	154	0,01863	179	0,02516
05	0,00002	30	0,00071	55	0,00238	80	0,00503	105	0,00866	130	0,01327	155	0,01887	180	0,02545
06	0,00003	31	0,00075	56	0,00246	81	0,00515	106	0,00882	131	0,01348	156	0,01911	181	0,02573
07	0,00004	32	0,00080	57	0,00255	82	0,00528	107	0,00899	132	0,01368	157	0,01936	182	0,02602
08	0,00005	33	0,00086	58	0,00264	83	0,00541	108	0,00916	133	0,01389	158	0,01961	183	0,02630
09	0,00006	34	0,00091	59	0,00273	84	0,00554	109	0,00933	134	0,01410	159	0,01986	184	0,02659
10	0,00008	35	0,00096	60	0,00283	85	0,00568	110	0,00950	135	0,01431	160	0,02011	185	0,02688
11	0,00010	36	0,00102	61	0,00292	86	0,00581	111	0,00967	136	0,01453	161	0,02036	186	0,02717
12	0,00011	37	0,00108	62	0,00302	87	0,00594	112	0,00985	137	0,01474	162	0,02061	187	0,02746
13	0,00013	38	0,00113	63	0,00312	88	0,00608	113	0,01003	138	0,01496	163	0,02087	188	0,02776
14	0,00015	39	0,00120	64	0,00322	89	0,00622	114	0,01021	139	0,01517	164	0,02112	189	0,02806
15	0,00018	40	0,00126	65	0,00332	90	0,00636	115	0,01039	140	0,01539	165	0,02138	190	0,02835
16	0,00020	41	0,00132	66	0,00342	91	0,00650	116	0,01057	141	0,01561	166	0,02164	191	0,02865
17	0,00023	42	0,00138	67	0,00352	92	0,00665	117	0,01075	142	0,01584	167	0,02190	192	0,02895
18	0,00025	43	0,00145	68	0,00363	93	0,00679	118	0,01094	143	0,01606	168	0,02217	193	0,02926
19	0,00028	44	0,00152	69	0,00374	94	0,00694	119	0,01112	144	0,01629	169	0,02243	194	0,02956
20	0,00031	45	0,00159	70	0,00385	95	0,00709	120	0,01131	145	0,01651	170	0,02270	195	0,02986
21	0,00035	46	0,00166	71	0,00396	96	0,00724	121	0,01150	146	0,01674	171	0,02297	196	0,03017
22	0,00038	47	0,00174	72	0,00407	97	0,00739	122	0,01169	147	0,01694	172	0,02324	197	0,03048
23	0,00041	48	0,00181	73	0,00418	98	0,00754	123	0,01188	148	0,01720	173	0,02351	198	0,03079
24	0,00045	49	0,00189	74	0,00430	99	0,00770	124	0,01208	149	0,01744	174	0,02378	199	0,03110
25	0,00049	50	0,00196	75	0,00442	100	0,00785	125	0,01227	150	0,01767	175	0,02405	200	0,03142

Продолжение приложения 4

Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²
201	0,03173	227	0,04047	253	0,05027	279	0,06114	305	0,07306	331	0,08605	357	0,1001	383	0,1152
202	0,03205	228	0,04083	254	0,05067	280	0,06158	306	0,07354	332	0,08657	358	0,1007	384	0,1158
203	0,03237	229	0,04119	255	0,05107	281	0,06202	307	0,07402	333	0,08709	359	0,1012	385	0,1164
204	0,03269	230	0,04155	256	0,05147	282	0,06246	308	0,07451	334	0,08762	360	0,1018	386	0,1170
205	0,03301	231	0,04191	257	0,05187	283	0,06290	309	0,07499	335	0,08814	361	0,1024	387	0,1176
206	0,03333	232	0,04227	258	0,05228	284	0,06335	310	0,07548	336	0,08867	362	0,1029	388	0,1182
207	0,03398	233	0,04264	259	0,05269	285	0,06379	311	0,07596	337	0,08920	363	0,1035	389	0,1188
208	0,03398	234	0,04301	260	0,05309	286	0,06424	312	0,07645	338	0,08973	364	0,1041	390	0,1195
209	0,03431	235	0,04337	261	0,05350	287	0,06469	313	0,07694	339	0,09026	365	0,1046	391	0,1201
210	0,03464	236	0,04374	262	0,05391	288	0,06514	314	0,07744	340	0,09079	366	0,1052	392	0,1207
211	0,03497	237	0,04412	263	0,05433	289	0,0650	315	0,07793	341	0,09133	367	0,1058	393	0,1213
212	0,03530	238	0,04449	264	0,05474	290	0,06605	316	0,07843	342	0,09186	368	0,1064	394	0,1219
213	0,03563	239	0,04486	265	0,05515	291	0,06651	317	0,07892	343	0,09240	369	0,1069	395	0,1225
214	0,03597	240	0,04524	266	0,05557	292	0,06697	318	0,07942	344	0,09294	370	0,1075	396	0,1232
215	0,03631	241	0,04562	267	0,05599	293	0,06743	319	0,07992	345	0,09348	371	0,1081	397	0,1238
216	0,03664	242	0,04600	268	0,05641	294	0,06789	320	0,08042	346	0,09402	372	0,1087	398	0,1244
217	0,03698	243	0,04638	269	0,05683	295	0,06835	321	0,08093	347	0,09457	373	0,1093	399	0,1250
218	0,03733	244	0,04676	270	0,05726	296	0,06881	322	0,08143	348	0,09511	374	0,1099	400	0,1257
219	0,03767	245	0,04714	271	0,05768	297	0,06928	323	0,08194	349	0,09566	375	0,1104	401	0,1263
220	0,03801	246	0,04753	272	0,05811	298	0,06975	324	0,08245	350	0,09621	376	0,1110	402	0,1269
221	0,03836	247	0,04792	273	0,05833	299	0,07022	325	0,08296	351	0,09676	377	0,1116	403	0,1276
222	0,03871	248	0,04831	274	0,05896	300	0,07069	326	0,08347	352	0,09731	378	0,1122	404	0,1282
223	0,03906	249	0,04870	275	0,05940	301	0,07116	327	0,08398	353	0,09787	379	0,1128	405	0,1288
224	0,03941	250	0,04909	276	0,05983	302	0,07163	328	0,08450	354	0,09842	380	0,1134	406	0,1295
225	0,03976	251	0,04948	277	0,06026	303	0,07211	329	0,08501	355	0,09898	381	0,1140	407	0,1301
226	0,04011	252	0,04988	278	0,06070	304	0,07258	330	0,08553	356	0,09954	382	0,1146	408	0,1307

Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²
409	0,1314	434	0,1479	459	0,1655	484	0,1840	509	0,2035	534	0,2240	559	0,2454	584	0,2679
410	0,1320	435	0,1486	460	0,1662	485	0,1847	510	0,2043	535	0,2248	560	0,2463	585	0,2688
411	0,1327	436	0,1493	461	0,1669	486	0,1855	511	0,2051	536	0,2256	561	0,2472	586	0,2697
412	0,1333	437	0,1500	462	0,1676	487	0,1863	512	0,2059	537	0,2265	562	0,2481	587	0,2706
413	0,1340	438	0,1507	463	0,1684	488	0,1870	513	0,2067	538	0,2273	563	0,2489	588	0,2715
414	0,1346	439	0,1514	464	0,1691	489	0,1878	514	0,2075	539	0,2282	564	0,2498	589	0,2725
415	0,1353	440	0,1521	465	0,1698	490	0,1886	515	0,2083	540	0,2290	565	0,2507	590	0,2734
416	0,1359	441	0,1527	466	0,1706	491	0,1893	516	0,2091	541	0,2299	566	0,2516	591	0,2743
417	0,1366	442	0,1534	467	0,1713	492	0,1901	517	0,2099	542	0,2307	567	0,2525	592	0,2753
418	0,1372	443	0,1541	468	0,1720	493	0,1909	518	0,2107	543	0,2316	568	0,2534	593	0,2762
419	0,1379	444	0,1548	469	0,1728	494	0,1917	519	0,2116	544	0,2324	569	0,2543	594	0,2771
420	0,1385	445	0,1555	470	0,1735	495	0,1924	520	0,2124	545	0,2333	570	0,2552	595	0,2781
421	0,1392	446	0,1562	471	0,1742	496	0,1932	521	0,2132	546	0,2341	571	0,2561	596	0,2790
422	0,1399	447	0,1569	472	0,1750	497	0,1940	522	0,2140	547	0,2350	572	0,2570	597	0,2799
423	0,1405	448	0,1576	473	0,1757	498	0,1948	523	0,2148	548	0,2359	573	0,2579	598	0,2809
424	0,1412	449	0,1583	474	0,1765	499	0,1956	524	0,2157	549	0,2361	574	0,2588	599	0,2818
425	0,1419	450	0,1590	475	0,1772	500	0,1963	525	0,2165	550	0,2376	575	0,2597	600	0,2827
426	0,1425	451	0,1598	476	0,1780	501	0,1971	526	0,2173	551	0,2384	576	0,2606	601	0,2837
427	0,1432	452	0,1605	477	0,1787	502	0,1979	527	0,2181	552	0,2393	577	0,2615	602	0,2846
428	0,1439	453	0,1612	478	0,1795	503	0,1987	528	0,2190	553	0,2402	578	0,2624	603	0,2856
429	0,1449	454	0,1619	479	0,1802	504	0,1995	529	0,2198	554	0,2411	579	0,2633	604	0,2865
430	0,1452	455	0,1626	480	0,1810	505	0,2003	530	0,2206	555	0,2419	580	0,2642	605	0,2875
431	0,1459	456	0,1633	481	0,1817	506	0,2011	531	0,2215	556	0,2428	581	0,2651	606	0,2884
432	0,1466	457	0,1640	482	0,1825	507	0,2019	532	0,2223	557	0,2437	582	0,2660	607	0,2894
433	0,1473	458	0,1647	483	0,1832	508	0,2027	533	0,2231	558	0,2445	583	0,2669	608	0,2903

Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²
609	0,2913	634	0,3157	659	0,3411	684	0,3675	709	0,3948	734	0,4231	759	0,4525	784	0,4827
610	0,2922	635	0,3167	660	0,3421	685	0,3685	710	0,3959	735	0,4243	760	0,4536	785	0,4840
611	0,2932	636	0,3177	661	0,3432	686	0,3696	711	0,3970	736	0,4254	761	0,4548	786	0,4852
612	0,2942	637	0,3187	662	0,3442	687	0,3707	712	0,3982	737	0,4266	762	0,4560	787	0,4865
613	0,2951	638	0,3197	663	0,3452	688	0,3718	713	0,3993	738	0,4278	763	0,4572	788	0,4877
614	0,2961	639	0,3207	664	0,3463	689	0,3728	714	0,4004	739	0,4289	764	0,4584	789	0,4889
615	0,2971	640	0,3217	665	0,3473	690	0,3739	715	0,4015	740	0,4301	765	0,5496	790	0,4902
616	0,2980	641	0,3227	666	0,3484	691	0,3750	716	0,4026	741	0,4312	766	0,4608	791	0,4914
617	0,2990	642	0,3237	667	0,3494	692	0,3761	717	0,4038	742	0,4324	767	0,4620	792	0,4927
618	0,3000	643	0,3247	668	0,3505	693	0,3772	718	0,4049	743	0,4336	768	0,4632	793	0,4939
619	0,3009	644	0,3257	669	0,3515	694	0,3783	719	0,4060	744	0,4347	769	0,4645	794	0,4951
620	0,3019	645	0,3267	670	0,3526	695	0,3794	720	0,4072	745	0,4359	770	0,4657	795	0,4964
621	0,3029	646	0,3278	671	0,3536	696	0,3805	721	0,4083	746	0,4371	771	0,4669	796	0,4976
622	0,3039	647	0,3288	672	0,3547	697	0,3816	722	0,4094	747	0,4383	772	0,4681	797	0,4989
623	0,3048	648	0,3298	673	0,3557	698	0,3826	723	0,4106	748	0,4394	773	0,4693	798	0,5001
624	0,3058	649	0,3308	674	0,3568	699	0,3837	724	0,4117	749	0,4406	774	0,4705	799	0,5014
625	0,3068	650	0,3318	675	0,3578	700	0,3848	725	0,4128	750	0,4418	775	0,4717	800	0,5027
626	0,3078	651	0,3329	676	0,3589	701	0,3859	726	0,4140	751	0,4430	776	0,4729	801	0,5039
627	0,3088	652	0,3339	677	0,3600	702	0,3870	727	0,4151	752	0,4441	777	0,4742	802	0,5052
628	0,3097	653	0,3349	678	0,3610	703	0,3882	728	0,4162	753	0,4453	778	0,4754	803	0,5064
629	0,3107	654	0,3359	679	0,3621	704	0,3893	729	0,4174	754	0,4465	779	0,4766	804	0,5077
630	0,3117	655	0,3370	680	0,3632	705	0,3904	730	0,4185	755	0,4477	780	0,4778	805	0,5090
631	0,3127	656	0,3380	681	0,3642	706	0,3915	731	0,4197	756	0,4489	781	0,4791	806	0,5102
632	0,3137	657	0,3390	682	0,3653	707	0,3926	732	0,4208	757	0,4501	782	0,4803	807	0,5115
633	0,3147	658	0,3400	683	0,3664	708	0,3931	733	0,4220	758	0,4513	783	0,4815	808	0,5128

Окончание приложения 4

Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²	Д, мм	Площадь сечения, м ²
809	0,5140	834	0,5463	859	0,5795	884	0,6138	909	0,6490	934	0,6851	959	0,7223	984	0,7605
810	0,5153	835	0,5476	860	0,5809	885	0,6151	910	0,6504	935	0,6866	960	0,7238	985	0,7620
811	0,5166	836	0,5489	861	0,5822	886	0,6165	911	0,6518	936	0,6881	961	0,7253	986	0,7636
812	0,5178	837	0,5502	862	0,5836	887	0,6179	912	0,6533	937	0,6896	962	0,7268	987	0,7651
813	0,5191	838	0,5515	863	0,5849	888	0,6193	913	0,6547	938	0,6910	963	0,7284	988	0,7667
814	0,5204	839	0,5529	864	0,5863	889	0,6207	914	0,6561	939	0,6925	964	0,7299	989	0,7682
815	0,5217	840	0,5542	865	0,5877	890	0,6221	915	0,6576	940	0,6940	965	0,7314	990	0,7698
816	0,5230	841	0,5555	866	0,5890	891	0,6235	916	0,6590	941	0,6955	966	0,7329	991	0,7713
817	0,5242	842	0,5568	867	0,5904	892	0,6249	917	0,6604	942	0,6969	967	0,7344	992	0,7729
818	0,5255	843	0,5581	868	0,5917	893	0,6263	918	0,6619	943	0,6984	968	0,7359	993	0,7744
819	0,5268	844	0,5595	869	0,5931	894	0,6277	919	0,6633	944	0,6999	969	0,7375	994	0,7760
820	0,5281	845	0,5608	870	0,5945	895	0,6291	920	0,6648	945	0,7014	970	0,7390	995	0,7776
821	0,5294	846	0,5621	871	0,5958	896	0,6305	921	0,6662	946	0,7029	971	0,7405	996	0,7791
822	0,5307	847	0,5635	872	0,5972	897	0,6319	922	0,6677	947	0,7044	972	0,7420	997	0,7807
823	0,5320	848	0,5648	873	0,5986	898	0,6333	923	0,6691	948	0,7058	973	0,7436	998	0,7823
824	0,5333	849	0,5661	874	0,5999	899	0,6348	924	0,6706	949	0,7073	974	0,7451	999	0,7838
825	0,5346	850	0,5675	875	0,6013	900	0,6362	925	0,6720	950	0,7088	975	0,7466	1000	0,7854
826	0,5359	851	0,5688	876	0,6027	901	0,6376	926	0,6735	951	0,7103	976	0,7482		
827	0,5372	852	0,5701	877	0,6041	902	0,6390	927	0,6749	952	0,7118	977	0,7497		
828	0,5385	853	0,5715	878	0,6055	903	0,6404	928	0,6764	953	0,7133	978	0,7512		
829	0,5398	854	0,5728	879	0,6068	904	0,6418	929	0,6778	954	0,7148	979	0,7528		
830	0,5411	855	0,5741	880	0,6082	905	0,6433	930	0,6793	955	0,7163	980	0,7543		
831	0,5424	856	0,5755	881	0,6096	906	0,6447	931	0,6808	956	0,7178	981	0,7558		
832	0,5437	857	0,5768	882	0,6110	907	0,6461	932	0,6822	957	0,7193	982	0,7574		
833	0,5450	858	0,5782	883	0,6124	908	0,6475	933	0,6837	958	0,7208	983	0,7589		

ВЕДОМОСТЬ

рассчитанных таксационных показателей

_____ область _____ лесничество

_____ квартал _____ выдел _____ пробная площадь _____ размер (га)

№ дерев а	Вид древесно й пород	Сред ний диа метр, см	Высо та, м	Пло щадь попер. сече ния, см ²	Запас, м ³	Средние значения для ППП (на 1 га)						
						Сред ний диа метр, см	Сред няя вы сота (граф.) , м	Абсо лют. пол нота, м ²	Отно сит. пол нота	За пас, м ³ /га	Гус тота, шт/га	Пло щадь пита ния м ² /дер.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Приложение 6

Местная таблица сумм площадей сечений и запасов древесных пород при полноте 1,0

Средняя высота, м	Площадь сечения, м ²	Запас, м ³	Средняя высота, м	Площадь сечения, м ²	Запас, м ³	Средняя высота, м	Площадь сечения, м ²	Запас, м ³	Средняя высота, м	Площадь сечения, м ²	Запас, м ³	Средняя высота, м	Площадь сечения, м ²	Запас, м ³
<i>Сосна-1 (по А.Д.Старикову)</i>			25	40,1	470	24	44,42	480	22	40,7	401	17	25,7	193
1	-	7	<i>Сосна-2 (по А.А.Макаренко)</i>			25	45,57	510	23	41,7	427	18	26,8	210
2	-	15	1	-	10	26	46,79	543	24	42,6	456	19	27,9	227
3	-	26	2	11,4	22	<i>Сосна-3</i>			25	43,6	484	20	28,8	246
4	-	42	3	14,06	34	1	-	10	26	44,6	513	21	29,8	265
5	21,3	60	4	16,76	47	2	9,1	21	27	45,3	541	22	30,8	285
6	23,8	80	5	19,24	62	3	13,3	36	28	46,2	571	23	31,7	303
7	26,1	90	6	21,53	78	4	17,2	50	29	47,0	600	24	32,7	322
8	28,0	110	7	23,60	94	5	20,0	64	<i>Береза (по В.М.Кричуну)</i>			25	33,7	345
9	29,5	130	8	25,55	112	6	22,3	77	1	-	4	26	34,5	365
10	30,7	150	9	27,32	131	7	24,2	90	2	8,8	10	<i>Осина (по В.М.Кричуну)</i>		
11	31,7	160	10	28,95	151	8	26,1	105	3	10,0	17	1	-	7
12	32,7	180	11	30,44	170	9	27,9	121	4	11,0	25	2	-	15
13	33,7	200	12	31,82	191	10	29,1	137	5	12,1	35	3	-	24
14	34,6	220	13	33,10	212	11	30,3	153	6	13,1	45	4	12,7	33
15	35,3	240	14	34,29	233	12	31,5	170	7	14,3	55	5	15,5	44
16	36,0	260	15	35,41	255	13	32,8	190	8	15,5	64	6	16,7	53
17	36,7	280	16	36,46	277	14	33,5	208	9	16,7	75	7	17,9	65
18	37,3	300	17	37,47	300	15	34,6	230	10	18,0	87	8	19,1	78
19	37,8	320	18	38,45	323	16	35,1	253	11	19,2	100	9	20,2	94
20	38,3	340	19	39,41	347	17	36,1	276	12	20,2	113	10	21,4	110
21	38,7	370	20	40,36	371	18	36,6	300	13	21,4	127	11	22,6	127
22	39,1	400	21	41,30	396	19	37,6	323	14	22,4	142	12	23,8	143
23	39,4	420	22	42,32	423	20	38,7	348	15	23,5	159	13	25,0	161
24	39,7	450	23	44,32	451	21	39,7	373	16	24,6	176	14	26,3	178

Продолжение приложения 6

Средняя высота, м	Площадь сечения, м ²	Запас, м ³	Средняя высота, м	Площадь сечения, м ²	Запас, м ³	Средняя высота, м	Площадь сечения, м ²	Запас, м ³	Средняя высота, м	Площадь сечения, м ²	Запас, м ³	Средняя высота, м	Площадь сечения, м ²	Запас, м ³
15	27,5	200	15	33,7	201	13	26,4	130	7	22,7	82	32	55,6	699
16	28,6	219	16	34,8	220	14	27,8	150	8	24,4	99	33	56,6	729
17	29,8	240	17	36,0	242	15	29,1	160	9	26,0	116	34	57,5	760
18	31,0	263	18	37,1	263	16	30,3	180	10	27,6	136	35	58,5	790
19	32,2	287	19	38,2	287	17	31,5	200	11	29,1	152	<i>Лиственница (по И.Т.Попову)</i>		
20	33,4	315	20	39,3	310	18	32,7	220	12	30,7	176	1	-	6
21	34,5	344	21	40,5	333	19	33,9	230	13	32,2	198	2	-	14
22	35,4	370	22	41,6	356	20	35,0	250	14	33,7	222	3	-	23
23	36,3	394	23	42,7	380	21	36,1	270	15	35,1	247	4	-	33
24	37,7	417	24	43,8	403	22	37,2	300	16	36,5	272	5	14,5	45
25	38,7	441	25	44,8	426	23	38,2	320	17	37,8	299	6	16,5	60
<i>Тополь, ветла</i>			26	45,9	449	24	39,3	340	18	39,2	327	7	18,5	75
2	6,5	16	27	46,9	473	25	40,4	360	19	40,6	348	8	20,5	90
3	11,7	25	28	47,9	497	26	41,4	380	20	42,0	372	9	22,4	107
4	15,5	36	29	48,8	520	27	42,3	410	21	43,2	397	10	24,3	125
5	17,9	45	30	49,8	547	28	43,3	430	22	44,4	423	11	26,2	144
6	19,9	56	<i>Тополь, ветла (по А.Н.Карпову)</i>			29	44,3	460	23	45,6	448	12	28,1	165
7	21,8	69	5	13,2	30	30	45,2	480	24	46,8	474	13	29,9	187
8	23,5	83	6	15,3	40	<i>Лиственница (по В.С.Золотухину)</i>			25	48,0	500	14	31,7	210
9	25,1	97	7	17,2	50	1	-	7	26	49,1	526	15	33,4	236
10	26,7	111	8	18,9	60	2	-	17	27	50,3	553	16	35,1	262
11	28,2	127	9	20,5	70	3	-	27	28	51,4	582	17	36,7	290
12	29,7	142	10	22,1	90	4	-	40	29	52,5	610	18	38,4	318
13	31,1	160	11	23,6	100	5	19,5	53	30	53,6	640	19	39,9	347
14	32,4	179	12	25,0	110	6	21,0	67	31	54,6	670	20	41,3	378

Продолжение приложения 6

Средняя высота, м	Площадь сечения, м ²	Запас, м ³	Средняя высота, м	Площадь сечения, м ²	Запас, м ³	Средняя высота, м	Площадь сечения, м ²	Запас, м ³	Средняя высота, м	Площадь сечения, м ²	Запас, м ³	Средняя высота, м	Площадь сечения, м ²	Запас, м ³
21	42,7	411	17	30,0	250	9	25,2	148	34	65,7	983	25	51,7	627
22	44,1	440	18	31,0	270	10	27,4	170	35	66,9	1030	26	52,8	665
23	45,6	473	19	32,0	290	11	29,5	192	36	68,1	1076	27	53,8	703
24	46,8	504	20	33,0	310	12	31,7	217	37	69,3	1123	28	54,8	740
25	48,0	534	21	34,0	330	13	33,7	242	<i>Кедр (по Г.М.Разливалову)</i>			29	55,8	780
26	49,1	562	22	34,9	350	14	35,7	268	5	17,6	55	30	56,7	817
27	50,3	590	23	35,9	380	15	37,7	295	6	20,1	72	31	57,6	856
28	51,4	620	24	36,8	400	16	39,6	323	7	22,4	91	32	58,4	895
<i>Ель, пихта (по М.Л.Хайтовичу)</i>			25	37,8	420	17	41,5	351	8	24,8	112	33	59,2	933
1	-	7	26	38,7	440	18	43,3	381	9	26,8	133	34	60,0	972
2	-	17	27	39,6	460	19	45,0	412	10	29,1	157	35	60,8	1012
3	-	28	28	40,5	490	20	46,6	444	11	30,9	181			
4	-	38	29	41,3	510	21	48,2	477	12	32,9	207			
5	16,0	50	30	42,2	530	22	49,8	510	13	34,7	234			
6	17,4	60	31	43,1	560	23	51,2	544	14	36,5	263			
7	18,6	70	32	44,0	590	24	52,7	580	15	38,2	292			
8	19,9	90	<i>Ель Шренка (по Б.Е. Харитонову)</i>			25	54,1	615	16	39,9	323			
9	21,2	100	1	-	5	26	55,6	651	17	41,5	354			
10	22,0	120	2	-	15	27	56,9	691	18	43,0	387			
11	23,3	130	3	-	26	28	58,2	730	19	44,5	420			
12	24,5	150	4	-	40	29	59,5	770	20	45,9	454			
13	25,6	170	5	16,2	59	30	60,8	812	21	47,2	490			
14	26,7	190	6	18,4	87	31	62,0	851	22	48,4	523			
15	27,8	210	7	20,8	107	32	63,3	897	23	49,5	557			
16	28,9	230	8	23,0	127	33	64,5	941	24	50,6	592			

Распределение семенных насаждений по классам бонитета на основании
возраста и высоты (по Орлову)

Возраст, лет	Классы бонитета						
	Ia	I	II	III	IV	V	Va
	средняя высота в м						
10	6-5	5-4	4-3	3-2	2-1	–	–
20	12-10	9-8	7-6	6-5	4-3	2	–
30	16-14	13-12	11-10	9-8	7-6	5-4	3-2
40	20-18	17-15	14-13	12-10	9-8	7-5	4-3
50	24-21	20-18	17-15	14-12	11-9	8-6	5-4
60	28-24	23-20	19-17	16-14	13-11	10-8	7-5
70	30-26	25-22	21-19	18-16	15-12	11-9	8-6
80	32-28	27-24	23-21	20-17	16-14	13-11	10-7
90	34-30	29-26	25-23	22-19	18-15	14-12	11-8
100	35-31	30-27	26-24	23-20	19-16	15-13	12-9
110	35-32	31-29	28-25	24-21	20-17	16-13	12-10
120	38-34	33-30	29-26	25-22	21-18	17-14	13-10
130	38-34	33-30	29-26	25-22	21-18	17-14	13-10
140	39-35	34-31	30-27	26-23	22-19	18-14	13-10
150	39-35	34-31	30-27	26-23	22-19	18-14	13-10
160 и выше	40-36	35-31	30-27	26-23	22-19	18-14	13-10

Распределение порослевых насаждений по классам бонитета на основании
возраста и высоты (по Орлову)

Возраст, лет	Классы бонитета						
	Ia	I	II	III	IV	V	Va
	средняя высота в м						
5	5	4	3	2	1,5	1	–
10	7	6	5	4	3	2	1
15	11	10-9	8-7	6	5	4-3	2-1,5
20	14	13-12	11-10	9-8	7-6	5-4	3-2
25	16	15-13	12-11	10-9	8-7	6-5	4-3
30	18	17-16	15-13	12-11	10-8	7-6	5-4
35	20	19-17	16-14	13-12	11-10	9-7	6-5
40	21	20-19	18-16	15-13	12-11	10-8	7-5
45	23	22-20	19-17	16-14	13-11,5	11-8,5	8-5,5
50	25	24-21	20-18	17-15	14-12	11-8,5	8-6
55	26	25-23	22-19	18-16	15-13	12-9	8-6
60	27	26-24	23-20	19-16,5	16-13,5	13-9,5	9-6,5
65	28	27-24,5	24-21	20-17	16-13,5	13-10	9-7
70	28,5	28-25	24-21,5	21-18	17-14	13-10,5	10-7,5
75	29	28-25,5	25-22	21-18,5	18-14,5	14-11	10-8
80	30	29-26	25-23	22-19	18-15	14-12	11-8,5
85	31	30-27	26-23,5	23-20	19-15,5	15-13	12-8,5
90	31	30-27	26-23,5	23-20	19-15,5	15-13	12-8,5
100	31	30-28	27-24	23-21	20-16	15-13	12-8,5
110	32	31-28,5	28-25	24-21	20-17	16-13,5	13-9
120	33	32-29	28-26	25-22	21-18	17-13,5	13-9

Ведомость по перечету подроста на пробной площади (ПП)

_____ область _____ лесничество
 _____ квартал _____ выдел _____ пробная площадь _____ размер (га)

№ учет. площ .	По ро да	Всх о ды, шт.	Распределение по группам высот, см																	
			0-10			11-25			26-50			51-100			100-200			свыше 200		
			ж	сом	н/ж	ж	сом	н/ж	ж	сом	н/ж	ж	сом	н/ж	ж	сом	н/ж	ж	сом	н/ж
1	С																			
	Б																			
	Ос																			
2	С																			
	Б																			
	Ос																			
и т.д.																				

Примечание: ж – жизнеспособный, сом – сомнительный, н/ж – нежизнеспособный

Размещается в сети Internet на сайте ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья
<https://www.tsaa.ru/documents/publications/2023/dancheva.pdf>,
в научной электронной библиотеке eLIBRARY, ИТАР-ТАСС, РГБ,
доступ свободный

Издательство электронного ресурса
Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья.
Заказ №1140 от 15.05.2023; авторская редакция.
Почтовый адрес: 625003, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Республики, 7.
Тел.: 8 (3452) 290-111, e-mail: rio2121@bk.ru

ISBN 978-5-98346-103-1



9 785983 461031