

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_8-11

УДК 657.6

НАПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ИЗМЕРЕНИЯ КОРЫ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

DIRECTIONS OF DIGITAL TRANSFORMATION OF WOOD BARK MEASUREMENT

Галкина Е.А., старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, Санкт-Петербург.

Galkina E.A., Senior Lecturer, FGBOU VO «St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering», Saint Petersburg, Russia.

Беляев Н.Л., кандидат технических наук, Индивидуальный предприниматель, Россия, Санкт-Петербург.

Belyaev N.L., Candidate of Technical Sciences, Individual Entrepreneur, Russia, Saint Petersburg.

Куницкая О.А., доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, Якутск.

Kunitskaya O.A., Doctor of Technical Sciences, professor, FGBOU VO «Arctic State Agrotechnological University», Yakutsk, Russia.

Аннотация: в статье рассмотрены традиционные и современные методы измерения и учёта коры лесоматериалов. Особое внимание уделено особенностям перехода от традиционных к перспективным цифровым методам измерений, а также влиянию растущего потенциала по обработке и сопоставлению массивов данных на точность и эффективность моделирования количественных показателей коры наряду с возможностью более точно прогнозировать количественные и качественные характеристики окорённых лесоматериалов. Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства».

Abstract: The article examines traditional and modern methods of measuring and inventory of wood bark. Special attention is paid to the transition from traditional to advanced digital measurement methods, as well as the impact of the growing potential for processing and comparing data arrays on the accuracy and efficiency of modeling quantitative indicators of bark. Additionally, the article highlights the ability to more accurately predict the quantitative and qualitative characteristics of debarked timber. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of the logging industry and forestry".

Ключевые слова: кора лесоматериалов, цифровой учёт, точность измерения, регрессионные модели, фотометрия, рентгеновское сканирование.

Keywords: wood bark, digital inventory, measurement accuracy, regression models, photometry, X-ray scanning.

Кора – наружная часть ствола, состоящая из нескольких слоёв, выполняющая для дерева защитные и питательные функции. Чаше кору рассматривают как побочный продукт заготовки древесины. В процессе валки леса (и последующих технологических операций вплоть до окорки) кора частично отслаивается от древесины, но преимущественно остаётся на бревне. В период весеннего сокодвижения наблюдается повышенное отделение коры от древесины

в процессе заготовки и транспортировки лесоматериалов. Для некоторых пород, особенно лиственных, характерна значительная фрагментация элементов коры в вегетационный период, в связи с чем наблюдается выраженная сезонная зависимость процентного содержания коры в круглых лесоматериалах. У большинства сортиментов учёт и измерение древесины происходит без учёта коры [2, 7] в связи с тем, что исторически очень часто кора северных лесов не находила применения. В большинстве технологических процессов по производству целлюлозы, пиломатериалов, плит, кора не используется и подлежит утилизации. На отдельных производствах для некоторых видов и сортов продукции становится возможным повышенное содержание коры в общей древесной массе. Всё большее распространение получают котельные, способные использовать кородревесные отходы в качестве экологичного природного топлива. Однако, если кора не находит применения и платежеспособного спроса, то деревообрабатывающее предприятие вынуждено кору утилизировать, оплачивая утилизацию и размещение на полигоне, и кора, с точки зрения экономики, превращается в товар с нетто-отрицательной стоимостью. Учитывая эти аспекты, можно утверждать, что объём и качество коры играют значительную роль в работе производственных предприятий, и правильное измерение и определение количественных показателей коры имеет большое экономическое значение.

При измерении коры в первую очередь учитывают такой легко измеримый показатель, как толщина. Измерения бревна с корой и без коры проводят как на торцах сортиментов, так и в промежутке между ними, например, посередине бревна, как это предусматривает метод срединного сечения, [1], причём в последнем случае для измерения толщины коры приходится после измерения диаметра в коре стёсывать кору, что очевидным образом усложняет измерения указанным методом и реже используется на практике.

Несмотря на простоту, указанные методы имеют существенные ограничения. Например, погрешность измерений может достигать значительных величин из-за неровности поверхности коры и её неоднородности по длине ствола [7]. Измерения коры следует разобрать с нескольких точек зрения. Во-первых, это цели измерений. Они могут быть производственными или научно-исследовательскими. Измерения различаются и по стадиям, на которых происходит измерение, будь то растущее дерево, или сортимент в процессе заготовки, трелёвки, транспортировки и хранения. Измерения могут производиться как бревна в коре, так и самой коры после процесса окорки, навалом, или после измельчения. Набор показателей, представляющих интерес в учёте коры, включает в себя как толщину, так и объём, вес, энергоёмкость, теплоту сгорания, влажность, плотность, зольность, породу дерева (или их смесь), диаметр ствола, с которого она получена, состав слоёв, и многие другие. Несомненный интерес с научной и производственной точек зрения представляют временные факторы: возраст дерева, время с момента заготовки, время после окорки и сроки хранения. Следует учитывать, какими инструментами производится измерение, и какие модели используются для определения объёмных и прочих показателей. Ведётся ли измерение на бревне с корой, учитываются ли разницы объёмов брёвен в коре и после окорки, или кора измеряется непосредственно сама по себе – так же имеет значение. Видимо, одним из наиболее точных методов определения объёма следует считать ксилметрический, с погружением отделённой от древесины коры в ёмкость с нахождением её объёма по вытесненному объёму воды, но он не приспособлен к повседневному использованию.

Безусловно важен механизм осуществления окорки (ножи, барабан и пр.). Измерения коры производятся как на неокорённых лесоматериалах, так и в отделённом от древесины виде, в том числе после окорки. Как в дальнейшем будет использоваться или утилизироваться кора – тоже важно учесть с точки зрения измерений. Идёт ли речь о топливе, мульче или мусоре – в зависимости от назначения будет выбран и метод учёта.

Касательно набора инструментов, используемых для измерения лесоматериалов и коры как таковой, то он включает в себя как традиционные (в т.ч. поверенные) средства измерения: мерная вилка, линейка, рулетка, бурав, весы, так и инновационные: фотометрические, рентгеновские и др. датчики в совокупности с нейросетевыми и нейроинтеллектуальными средствами обработки данных [6]. При обработке данных всё шире применяются алгоритмы на базе регрессионных уравнений [1, 3, 4]. Другим перспективным направлением, как отмечают [3, 4], является использование площади сечения коры. Авторы замечают, что при одинаковой толщине коры доля площади её сечения коры «различается на 7,5%, составляя 16,0% при большем диаметре и 23,5% - при меньшем».

Современные нейронные сети с использованием фотооптических технологий способны по снимку определять площадь поверхности коры на торце сортимента, что значительно облегчает определение объёма коры. Одна из возможных формул определения объёма коры по площади торцевых сечений коры сортимента могла бы выглядеть следующим образом: $V_{\text{коры}} = (S_b - S_t)/2 \cdot L$, где $V_{\text{коры}}$ – объём коры; S_b – площадь сечения поверхности коры нижнего торца; S_t – площадь сечения поверхности коры верхнего торца; L – длина сортимента.

При фотографировании штабеля только с одной торцевой стороны, имея основания полагать, что сортименты уложены вразнокомелицу, объём коры в штабеле можно рассматривать как произведение площади сечения торцевой поверхности коры на длину сортимента. Другой перспективной технологией, направленной на точное определение объёма коры и её долю в бревне, является рентгеновское сканирование в совокупности с системами компьютерного зрения [5]. Одним из примеров такого оборудования являются сканеры фирмы FinNOS, которые создают 3-D модели брёвен, анализируя внутреннюю структуру древесины и определяя толщину коры с по всей поверхности бревна.

Именно с данной технологией сканирования связаны надежды представителей лесной отрасли на максимальное повышение точности определения коры как непосредственно в процессе сканирования, так и для получения массивов данных для моделирования объёма древесины без учёта коры и объёма самой коры для различных пород древесины и лесорастительных условий, представленных на территории нашей страны. Развитие этих перспективных технологий в совокупности с накоплением на производстве релевантных баз данных, отражающих размерные параметры коры и их корреляцию с учётными показателями круглых лесоматериалов открывают новую страницу возможностей для повышения точности измерений коры, что создаёт как новые возможности для исследований данного вопроса, так и развивает основу для повышения эффективности и рационального использования высокоценных природных ресурсов в промышленности.

Список литературы

1. ГОСТ 32594-2013. Лесоматериалы круглые. Методы измерений.
2. Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 № 2128. "О порядке определения характеристик древесины и учета древесины".
3. Гурьянов М.О., Митченко А.П. Учет коры при таксации круглых деловых лесоматериалов // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы IX Всероссийской научно-технической конференции. Санкт-Петербург, 2024. С. 597-600.
4. Трусов Г.И. Учёт коры в объёмах круглых деловых лесоматериалов // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы IX Всероссийской научно-технической конференции. Санкт-Петербург, 2024. С. 67-69.
5. Кострюков А.Ю., Куницкая О.А., Григорьев И.В., Давтян А.Б. Приборный комплекс для радиографического контроля структуры древесины // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2019. № 6. С. 12-17.
6. Беляев Н.Л. Первоочередные задачи перехода на цифровой учет круглых лесоматериалов // Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Девятой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск, 2023. С. 32-34.
7. Курицын А.К., Курицын А.А. Лесоматериалы круглые. Организация и методы учёта. Правила приёмки // Союз лесовладельцев Нижегородской области. URL: https://souzles-nn.ru/wp-content/uploads/2014/12/2016-01-18_ГОСТ-Р-Лесоматериалы-круглые.pdf (дата обращения: 24.02.2025).

References

1. GOST 32594-2013. Round timber. Measurement methods.
2. Decree of the Government of the Russian Federation No. 2128 dated November 30, 2021. "On the procedure for determining the characteristics of wood and accounting for wood."
3. Guryanov M.O., Mitchenko A.P. Accounting for bark in the inventory of round timber // Forests of Russia: Politics, Industry, Science, Education. Proceedings of the IX All-Russian Scientific and Technical Conference. St. Petersburg, 2024. Pp. 597-600.
4. Trusov G.I. Accounting for bark in the volumes of round timber // Forests of Russia: Politics, Industry, Science, Education. Proceedings of the IX All-Russian Scientific and Technical Conference. St. Petersburg, 2024. Pp. 67-69.
5. Kostryukov A.Yu., Kunitskaya O.A., Grigorev I.V., Davtyan A.B. Instrumental complex for radiographic control of wood structure // Repair. Restoration. Modernization. 2019. No. 6. Pp. 12-17.
6. Beliaev N.L. Priority tasks for the transition to digital accounting of round timber // Improving the Efficiency of the Forest Sector. Proceedings of the Ninth All-Russian National Scientific and Practical Conference with International Participation. Petrozavodsk, 2023. Pp. 32-34.
7. Kuritsyn A.K., Kuritsyn A.A. Round timber. Organization and methods of accounting. Acceptance rules. Union of Forest Owners of the Nizhny Novgorod Region. URL: https://souzles-nn.ru/wp-content/uploads/2014/12/2016-01-18_ГОСТ-Р-Лесоматериалы-круглые.pdf (accessed: 24.02.2025).