

Направления совершенствования учета круглых лесоматериалов и его нормативной базы для эффективного использования мобильных цифровых технологий

Н.Л. Беляев^{1a}, О.А. Куницкая^{1b}, Н.Н. Вернер^{2c}, Е.А. Тихонов^{3d}, В.Г. Алексеенко^{4e}

¹ Арктический государственный агротехнологический университет, Сергеляхское шоссе, 3, Якутск, Республика Саха (Якутия)

² Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Институтский пер., 5, Санкт-Петербург, Россия

³ Петрозаводский государственный университет, пр. Ленина, 33, Петрозаводск, Россия

⁴ Тихоокеанский государственный университет, ул. Тихоокеанская, 136, Хабаровск, Россия

^a n_beliaev@mail.ru, ^b ola.ola07@mail.ru, ^c wernern@mail.ru, ^d tihonov@petsru.ru, ^e 002509@pnu.edu.ru

^a <https://orcid.org/0000-0003-3406-5411>, ^b <https://orcid.org/0000-0001-8542-9380>, ^c <https://orcid.org/0000-0002-6766-0092>,

^d <https://orcid.org/0000-0003-2136-3268>, ^e <https://orcid.org/0000-0002-7388-1625>

Статья поступила 28.04.2023, принята 10.05.2023

Статья посвящена применению мобильных цифровых технологий и базируется на ранее выполненных авторами теоретических и экспериментальных исследованиях по совершенствованию программно определенного (с помощью мобильного устройства, терминала сбора данных, смартфона или планшета с установленным приложением. Изображение торцевой поверхности штабеля пропускают через алгоритм или нейросеть, которые определяют объем древесины в штабелях, используя возможности машинного зрения) объема и сопутствующих характеристик лесоматериалов и их сравнению с данными, полученными традиционными методами. Приводятся основные результаты по выборкам, полученным в ходе исследований, отражающим точность как самого программного метода, так и скорректированных величин, доработанных с применением методов регрессионного анализа, позволяющего повысить показатели ожидаемой точности результатов измерений. Предложены горизонты интерпретации и возможные пути дальнейшего развития исследований в этом направлении. Учитывая положительные результаты, полученные в ходе исследования, в статье изложены рекомендации по более активному применению новых методов измерения и учета лесоматериалов, к более широкому использованию контрольного выборочного учета как неременного инструмента повышения точности. Кроме того, предложены варианты изменения регламентирующей учет нормативной документации, которые позволили бы более широко задействовать новые методы измерений в теории и практике лесного комплекса для усовершенствования механизмов перехода на цифровое ведение учета лесоматериалов в соответствии с утвержденными правительством планами введения в действие информационных систем в лесном комплексе.

Ключевые слова: лесозаготовки; учет древесины; круглые лесоматериалы; групповой учет; сортименты; искусственный интеллект.

Directions for improving the accounting of round timber and its regulatory framework for the effective use of mobile digital technologies

N.L. Belyaev^{a1}, O.A. Kunitskaya^{b1}, N.N. Verner^{c2}, E.A. Tikhonov^{d3}, V.G. Alekseenko^{e4}

¹ Arctic State Agrotechnological University; 3 km, Sergelyakhskoye Shosse, Yakutsk, Republic of Sakha

² St. Petersburg State Forestry Engineering University named after S.M. Kirov; 5, Institutsky Per., St. Petersburg, Russia

³ Petrozavodsk State University; 33, Lenin Pros., Petrozavodsk, Russia

⁴ Pacific State University; 136, Tikhookeanskaya St., Khabarovsk, Russia

^a n_beliaev@mail.ru, ^b ola.ola07@mail.ru, ^c wernern@mail.ru, ^d tihonov@petsru.ru, ^e 002509@pnu.edu.ru

^a <https://orcid.org/0000-0003-3406-5411>, ^b <https://orcid.org/0000-0001-8542-9380>, ^c <https://orcid.org/0000-0002-6766-0092>,

^d <https://orcid.org/0000-0003-2136-3268>, ^e <https://orcid.org/0000-0002-7388-1625>

Received 28.04.2023, accepted 10.05.2023

The article is devoted to the application of mobile digital technologies and is based on theoretical and experimental studies previously carried out by the authors to improve the programmatically defined (using a mobile device, data collection terminal, smartphone or tablet, with an installed application; the image of the end surface of the stack is passed through an algorithm or neural network that determines the volume of wood in the stacks using the capabilities of machine vision) volume and related characteristics of timber and their comparison with the data obtained by traditional methods. The main results of the samples obtained during the research are presented, reflecting the accuracy of both the program method itself and the adjusted values modified using regression analysis methods.

which makes it possible to increase the indicators of the expected accuracy of measurement results. The horizons of interpretation and possible ways of further development of research in this direction are proposed. Taking into account the positive results obtained in the course of the study, the article provides recommendations for more active application of new methods of measuring and accounting for timber, for wider use of control sampling as an indispensable tool for improving accuracy. The options for changing the regulatory accounting documentation are proposed, which would allow more extensive use of new measurement methods in the theory and practice of the forest complex to improve the mechanisms of transition to digital accounting of timber in accordance with the government-approved plans for the introduction of information systems in the forest complex.

Keywords: logging; timber accounting; round timber; group accounting; sorting; artificial intelligence.

Введение. Текущий момент требует упорядочения и повышения точности существующего учета лесоматериалов. Подтверждением этого тезиса служит постановление правительства РФ № 2128 от 30.11.2021 г., которым утверждены Правила определения характеристик древесины и учета древесины. Важнейшими результатами появления новых Правил стало закрепление в нормативной базе таких понятий, как опорный метод определения объема, нормированы погрешности, предложено единообразно учитывать объем всех круглых лесоматериалов без коры. Государственная информационная система, именуемая в настоящее время Лес-ЕГАИС, призвана служить основной информационной системой по учету лесоматериалов и обороту лесопродукции. Кроме нее существуют другие государственные и частные системы учета, такие как налоговая, таможенная, транспортные учетные системы, учетные системы предприятий и организаций [1; 2]. Для обеспечения единства учета и измерений, и не только, базовые нормативы и требования, предъявляемые к ЕГАИС Лес, должны быть распространены в том числе и на смежные учетные системы.

Новейшие технологии, в основном цифрового характера, все глубже проникают в лесную сферу как в измерениях, так и в учете древесины, многие позволяют удовлетворить возросшие требования к точности и эффективности учета. Искусственный интеллект, машинное обучение, нейронные сети, блокчейн, дистанционное зондирование, геоинформационные технологии, цифровое моделирование воплощаются в таких примерах, как цифровые двойники, системы поддержки принятия решений, виртуальная и дополненная реальность, экзоскелеты, носимые гаджеты, беспилотные летательные аппараты/наземные машины и механизмы [10–12].

На примере анализа одной из новых технологий, системы учета *Timbeter*, можно сделать вывод, что новые технологии распознавания торцов и (их) фотометрического учета обеспечивают впечатляющие показатели и могут занять свою нишу в системе учета лесного комплекса, особенно в увязке с повышением их точности благодаря полученным на основании работы данным по регрессионному анализу проведенных выборок партий лесоматериалов.

Полученные результаты можно и нужно применять в отрасли, параллельно развивая отечественные цифровые средства и решения по учету лесоматериалов, выбирая все лучшее, что есть в наличии в этой области, не забывая про обновление и развитие нормативной базы по учету, в которой за последнее время многое меняется, но, тем не менее, есть многочисленные «белые пятна». Предлагаемые направления улучшений можно разделить на следующие части:

разработка и внедрение отечественных программных решений, которые можно было бы использовать вместо зарубежного *Timbeter* (*MB Lite*, *Smart Timber*);

применение отличных от используемых в настоящее время методов учета древесины, которые основаны на концепции контрольного выборочного учета, что подтверждено полученными в процессе исследований результатами;

усовершенствование законодательной и нормативной базы, которое можно было бы рекомендовать, чтобы новые технологии органично вписались в существующие каноны.

Путем незначительной доработки существующей нормативной базы можно адаптировать существующие нормативы для их использования при применении фотометрии (например, с коэффициентом полнодревесности по методу площадей торцов).

Там, где минимальная доработка нецелесообразна, требуется создание отдельных нормативных документов для цифровых методов в дополнение к уже существующим методам измерений.

Таким образом, наиболее остро в отрасли стоит задача повышения точности определения объемов как в пределах одного метода измерений, так и между измерениями, произведенными различными методами, а кроме того, и в сопоставлении учетных данных, полученных путем применения различных методов измерений. Составной частью этой задачи является снижение погрешностей между более точными, но и более затратными, чаще всего поштучными методами измерений и их более экономичными аналогами в групповом измерительном исполнении. Именно в плоскости повышения точности более простых и экономичных методов, усовершенствованных на базе цифровой обработки и их приближения к точности ресурсоемких поштучных методов выполнены настоящие исследования. Пользуясь результатами проведенных в работах [3–6] исследований, можно с большой долей вероятности сделать вывод о целесообразности и возможных направлениях оптимизации учетного процесса, о размерах допускаемых в этой связи погрешностей, способных повлиять на принятие соответствующих управленческих решений.

В пределах допустимой точности измерений представляется возможным в разы сократить затраты на учет лесоматериалов наряду с повышением эффективности учета вследствие повышения контроля за целевым использованием древесины на всех участках производственного цикла работ с круглыми лесоматериалами.

Поскольку спрос на достоверные данные по учету древесины постоянно растет, а в условиях научно-технического прогресса происходит непрерывное раз-

витие средств и технических решений для обеспечения предложения в этой области, существует постоянная потребность в изучении и проведении исследований по теме точности учета лесоматериалов для обеспечения интеграции результатов приобретенных знаний в практику лесного комплекса, а также подготовку специалистов [7–9].

Цель работы: сформулировать варианты изменения регламентирующей учет нормативной документации, которые позволили бы более широко задействовать новые методы измерений в теории и практике лесного комплекса для усовершенствования механизмов перехода на цифровое ведение учета лесоматериалов в соответствии с утвержденными правительством планами введения в действие информационных систем в лесном комплексе.

Материалы и методы исследования. В задачу исследования входило сравнение величин рабочего и контрольного определения объемов нескольких партий (выборок) круглых лесоматериалов лиственных и хвойных пород. В качестве рабочего метода выбрано программное определение объема при помощи ПО *Timbeter*, при этом контрольные измерения проводились вручную.

Партии лесоматериалов, погруженные на лесовоз, прибывают к месту измерения. Производится первичный контроль направления укладки лесоматериалов в штабеле, при этом из выборки исключаются штабеля, уложенные вершинами (более тонкими торцами) сортиментов в одну сторону, вперед или назад по ходу движения. При отличии высоты в передней части штабеля от высоты в задней части штабеля визуально более чем на 10 % штабель исключается из выборки. Производится установка эталона (линейка длиной 1 м) на заднюю торцевую поверхность штабеля. Осуществляется фотографирование задней торцевой поверхности штабеля вместе с эталоном на мобильное устройство (планшет/терминал сбора данных) через установленное на нем ПО *Timbeter*, после чего на планшете производится обработка снимка. ПО на основании алгоритма с использованием искусственного интеллекта обрабатывает снимок, распознает и идентифицирует все торцы сортиментов и вычисляет их площади в масштабе изображения с использованием известной длины эталона, затем вычисляет объем каждого сортимента по формуле цилиндра, умножая полученную площадь на введенную оператором номинальную длину сортимента. Кроме того, на основании полученной площади каждого торца вычисляется его диаметр в сантиметрах до первой значащей цифры после запятой.

Общий объем всех бревен суммируется, в результате чего получаем рабочий объем выборки. После этого эталон снимается, а лесовоз направляется на разгрузку.

Штабель из лесовоза разгружается на подкладки и раскатывается в один слой разгрузочным механизмом, далее бригада из двух человек определяет контрольный объем этой же партии сортиментов в соответствии с [19] по таблицам объемов, исходя из ступени толщины вершинного торца бревна и его номинальной длины. В результате получаем рабочий объем партии, определенный программно, и контрольный объем, полученный на основании ручных измерений опорным мето-

дом. В процессе программной обработки изображения определяются и другие необходимые для проведения эксперимента величины — число бревен в выборке и средний диаметр торца.

В результате измерений происходят накопление и попарное сравнение рядов рабочих и контрольных данных с последующей корректировкой рабочих значений с использованием инструментов статистической обработки.

При анализе результатов выборочного контрольного учета полученных экспериментальных данных [3–6] сформулированы представленные далее выводы.

Во всех выборках представлены два набора данных, рабочих (программный) и контрольный. Индивидуальные отклонения рабочих значений от контрольных находятся в типичном для рабочего учета диапазоне значений и соответствуют примеру из [23], показанному на рис. 1.

Стандартное отклонение по объему лесоматериалов по всем выборкам также находится в типичном [23] (как показано на рис. 2) для рабочих видов учета диапазоне от 4 до 8 %. Стандартная ошибка по всем основным и контрольным выборкам находится в пределах 1 %, т. е. не превышает рекомендованных значений. Количество штабелей (N) в каждой выборке является достаточным с точки зрения метода выборочного контрольного учета для корректировки рабочих данных с учетом контроля. В качестве контролируемой совокупности, если бы речь шла о производственном выборочном контрольном учете, мог бы выступить весь полученный на подконтрольных предприятиях за период проведения исследований объем исследуемого сортимента данной породы и длины. В исследованных выборках по результатам коррекции с использованием регрессионного анализа стандартное отклонение S снизилось в среднем на 1 %. Рекомендованное число контрольных штабелей для отбора в выборку (в случае проведения по соответствующей контролируемой совокупности выборочного контрольного учета) снизилось в среднем на 20 %. Экспериментальные исследования демонстрируют, что регрессионный анализ по приведенной методике имеет зримые перспективы стать основой следующей ступени эволюции метода выборочного контрольного учета, так как позволяет с большей точностью определять объемные показатели лесоматериалов.

Очевидно, следует продолжить исследования на других примерах контролируемых совокупностей — других породах, длинах, в различных географических зонах, с другими попарными комбинациями рабочих и контрольных опорных методов измерений и учета.

С точки зрения нормативного обеспечения в сфере цифрового учета круглых лесоматериалов, создается ощущение правового вакуума и отсутствия стройной концепции развития. Оно относится как к нормативно-правовым основам цифрового учета в целом, так и к отдельным его элементам. Цифровой учет в целом подвержен основным направлениям развития деловой, научной и образовательной среды [13–17]. К ним относятся, например, безбумажный электронный документооборот, обеспеченный криптотехнологиями с использованием распределенного реестра. Совершен-

ствование как документооборота в целом, так и учетной его составляющей следует одним принципам и закономерностям, подчиняясь общей логике развития в этой сфере.

В наборе средств обеспечения нормативной базы учета лесоматериалов в теории и практике прочно закрепились такие документы, как стандарты, государственные и межгосударственные, отраслевые и стандарты организаций, а также технические условия (ТУ), имеющие преимущественно отраслевой характер. Эти документы на протяжении истории своего существования претерпевают изменения в части правоприменения, являясь как документами обязательного применения, так и имеющими характер добровольного применения

по отношению к тем или иным сферам документооборота и правовой ситуации. Вступление того или иного нормативного документа в силу, как и завершение срока обязательного действия, задается регулируемыми документами правового плана, такими как приказы, указы, постановления, носящие ведомственный, региональный, государственный и межгосударственный характер. Кроме того, хозяйствующие субъекты в своих взаимоотношениях вправе договариваться между собой и ссылаться на отдельные нормативные документы, не носящие обязательного характера на основании буквы закона, но становящиеся таковыми на основании взаимной договоренности.

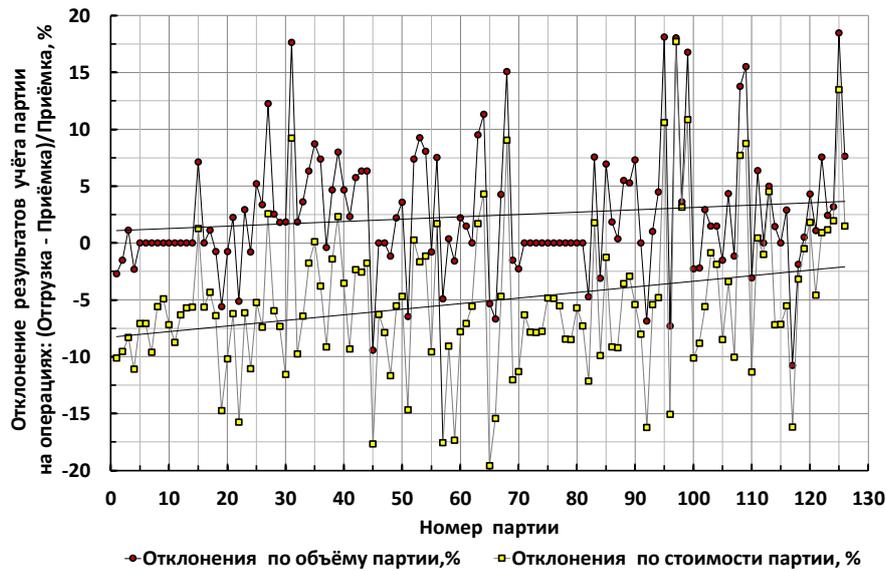


Рис. 1. Пример отклонений результатов учета при приемке от результатов учета при отгрузке (в процентах от результата учета при приемке) для 126 автомобильных партий березового фанерного кряжа

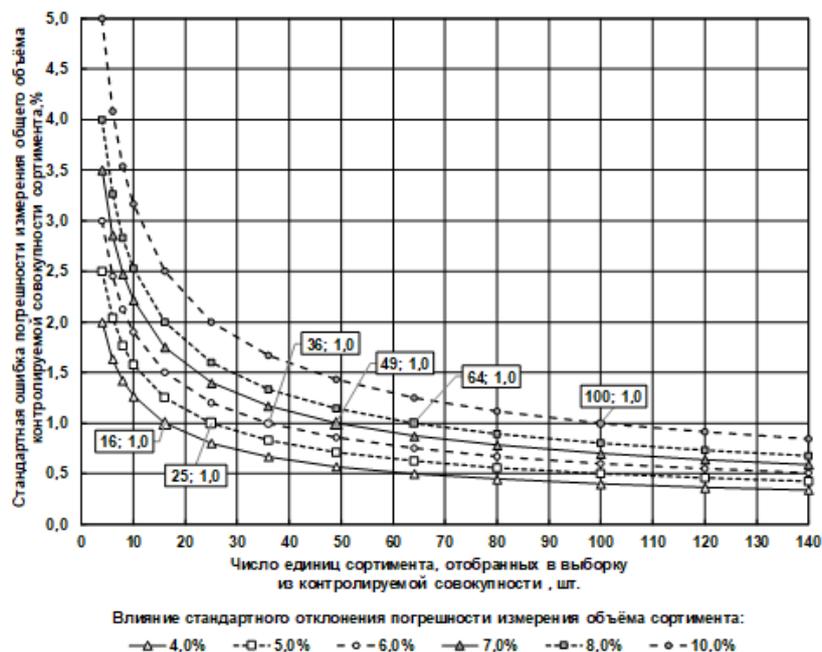


Рис. 2. Кривые уменьшения стандартной ошибки погрешности измерения объема в контролируемой совокупности с увеличением числа измерений в выборке

Периодически стандарты утрачивают свою силу, им на смену приходят новые. Происходит это из-за изменения регулирующих документов, ссылающихся на эти стандарты, или из-за того, что тот или иной стандарт утрачивает силу или изменяется по решению соответствующего технического комитета (ТК) Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Но в практике технического комитета по стандартизации ТК 078 «Лесоматериалы» за последние два десятка лет таких решений в сфере измерения и учета круглых лесоматериалов насчитываются единицы [18]. К чему это приводит? Вследствие создавшейся ситуации в сфере учета лесоматериалов одновременно существуют (не утратили силу, хотя и не имеют обязательного характера применения) несколько схожих по сфере применения, характеру и набору терминов стандартов [19; 20], ОСТ 13-43-92, ГОСТ 2292-88, повторяющие и иногда противоречащие друг другу, применение которых отдано на откуп пользователям, часто использующим их по своему усмотрению.

Наряду с общим совершенствованием документооборота, совершенствуются и отдельные составляющие учета, в том числе, это касается и дистанционных, бесконтактных методов измерений, таких как фотографические и фотометрические. Касательно бесконтактных методов измерений в плане нормативной базы целесообразно рассмотреть приведение в порядок нормативной документации с использованием следующих подходов.

Фотометрические и другие бесконтактные методы измерений круглых лесоматериалов можно представить как повторяющие соответствующие ручные методы измерений, где бесконтактные датчики измеряют те же параметры, что и измеряемые человеком вручную контактными способами. Одни и те же физические величины (размерности), измеряемые как вручную, так и бесконтактно, если они используются в одних и тех же формулах, например, для получения объемных показателей, с точки зрения методологии представляются вполне сопоставимыми. В качестве примера можно привести определение объема бревна по таблицам [19]. Входами в таблицу являются диаметр верхнего торца бревна, выраженный в виде ступени толщины (с округлением до соответствующего целого или четного числа) и длина данного бревна. Толщина бревна и его длина могут быть измерены как вручную, так и одним из автоматизированных способов — как контактных, так и бесконтактных. Допустим, длина сортимента измеряется традиционным ручным способом, с помощью рулетки, а диаметр — неким датчиком. В таком случае, для исчерпывающего описания метода измерения объема, представляющего из себя данную комбинацию, достаточно будет добавить к описанию традиционного метода, по [19], описание измерения диаметра, остальные составляющие метода можно оставить без изменений.

Другим подобным примером может служить «автоматизация» измерения коэффициента полндревесности методом площадей торцов. Суть, описание и формула, лежащие в основе метода, остаются такими, как в оригинале, например [20], а отдельно может быть дано описание методики автоматизированного определения площадей торцов и общей торцевой поверхности штабеля, на которой производится определение искомого

соотношения. Таким образом, первоначально заложенный в методе с использованием ручных измерений алгоритм трансформируется в усовершенствованный, автоматизированный, позволяющий ускорить измерения и сделать их точнее за счет роста доли поштучных измерений (индивидуально измеряемых параметров) по сравнению с менее точными групповыми.

При использовании такого подхода создание и настройка нормативных документов могут быть произведены в ускоренном режиме, с незначительным видоизменением нормирующих документов и/или со ссылками на уже используемые нормирующие документы, в том числе ГОСТы, что упрощает запуск в эксплуатацию новых измерительных и учетных решений, базировавшихся на уже освоенных методиках и принципах, хорошо знакомых заинтересованным лицам, и отсылая пользователя к уже зарекомендовавшим себя в многолетней практике правилам и нормам.

Проиллюстрировать подход в случаях, когда методика, применяемая для автоматизированных методов измерения, незначительно изменяет сложившуюся последовательность измерительных и учетных действий, можно следующим примером: измеряли диаметр или длину бревна вручную — измеряем при помощи автоматизированного датчика, регистрировали измерение ручкой на бумаге — регистрирует компьютер в электронной памяти (и по требованию пользователя воспроизводит результат на экране или на бумаге). Положительным моментом такого подхода является возможность простой проверки результатов автоматизированного измерения ручными контрольными измерениями (диаметра, длины и т. п.), что обеспечивает большее доверие со стороны как пользователей, так и контролирующих лиц. К отрицательным последствиям подхода по «поэлементному» изменению нормативов следует отнести гносеологические ограничения субъекта познания. Например, если автоматизированный датчик позволяет измерять площадь торца бревна, а не только его диаметр, и/или не в одной-двух точках по длине бревна, а практически непрерывно, то пользователь, как раз и исполняющий роль субъекта познания, подсознательно стремится упростить процесс, избавиться от информации, представляющей излишней [21; 22], и вместо динамического измерения диаметра использует измерение диаметра только в вершинной части, а вместо использования первоначально полученной с помощью датчика площади торца сразу для нахождения объема бревна — сначала просит компьютер вычислить диаметр, чтобы именно его использовать в более привычной формуле вычисления объема, или игнорирует все другие диаметры по длине бревна, кроме вершинного, с тем, чтобы определить объем по таблицам [19], имеющим более чем столетнюю историю, вместо того чтобы применить более уместный в данном случае секционный метод определения объема бревна, как в [20, п. 5.3.] и в примере на рис. 3.

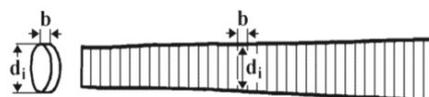


Рис. 3. Секции бревна, где b — длина секции, d_i — диаметр i -й секции

Предлагается редакция необходимых составляющих нормативного документа, которая может быть использована для нормирования автоматизированного использования метода площадей сечений торцов для вычисления коэффициентов полндревесности штабеля и его объема, используя терминологию и понятийную основу [20]. Так, раздел 6 источника описывает групповые методы измерений и определения объема круглых лесоматериалов. Сначала предлагается измерить складочный объем каждого отдельного штабеля, сформированного на складе (на земле) [20, п. 6.1] и на железнодорожном и автомобильном транспорте [20, п. 6.2], после чего стандарт предлагает определить плотный объем штабеля путем перемножения измеренного складочного объема на соответствующий коэффициент полндревесности из табл. 2, 3 и 4 раздела 6. Источник, впрочем, допускает корректировку табличных коэффициентов полндревесности: «6.3 Методы корректировки коэффициентов полндревесности штабелей и вычисления их плотного объема. К факторам, уточняющим коэффициент полндревесности K_p , относят: качество укладки штабеля; сбег бревен; сучки, закомелистость; кривизну бревен; средний диаметр бревен; лед, снег и прочие факторы. После визуальной оценки влияния факторов на плотность укладки в выбранное значение K_p вводятся соответствующие поправки. Поправки к коэффициенту полндревесности устанавливаются по согласованию поставщика с потребителем, в пределах $\pm 5\%$ от величины K_p . При разногласиях между продавцом и покупателем по поводу табличных переводных коэффициентов значение коэффициентов полндревесности лесоматериалов определяют методами пробных площадей: методом «диагоналей»; методом «площади торцев»».

Как видно, для устранения разногласий между продавцом и покупателем вместо табличных коэффициентов предлагается использовать таковые, определенные одним из методов пробных площадей, заложенных на торцевой поверхности рассматриваемого штабеля.

Развитие технологий обработки изображений с использованием искусственного интеллекта значительно ускоряет процесс определения площадей торцов бревен, что позволяет существенно повысить соотношение суммарной площади пробных площадей к общей площади торцевой стороны штабеля [25, раздел 6] пробных площадей, во многих случаях доводя их соотношение до 100 %, таким образом превращая групповой метод измерения объема в поштучный, так как при 100%-ной выборке измерению подлежит каждый из составляющих штабель торцов, что значительно повышает точность определения объема по сравнению с использованием рекомендованной в разделе 6 стандарта суммарной 10%-ной составляющей проб.

Вышеописанный подход можно проиллюстрировать на примере фотоматериалов и данных контрольного выборочного учета по [24]. В работе показано, что на протяжении нескольких лет в Белозерском ЛПХ производится фотографирование одного из торцов штабеля, попавшего в выборку, для формирования альбома штабелей. Сфотографированный и измеренный групповым методом штабель подлежит ручному контрольному измерению методом концевых сечений, после чего вы-

числяется коэффициент полндревесности штабеля путем деления контрольного объема в плотных кубических метрах на складочный, полученный по геометрии штабеля. При обработке фотографий получают коэффициенты, очень близкие по значению (разница не превышает 1,3 % от контрольного значения) к таковым, определенным при контрольном измерении вручную, что говорит об очевидном потенциале специализированного ПО в деле автоматизации процесса измерений.

Если принять точность определения суммы площади торцев автоматизированно, т. е. программно, сопоставимой с точностью ручных измерений площадей торцев (учитывая, что программа вычисляет площадь каждого торца поштучно, по количеству точек/пикселей, заполнивших изображение торца, а не «групповым» способом, через формулу площади окружности, соответствующей данному торцу, как функцию его диаметра), то рост точности усовершенствованного метода измерений будет кратен росту соотношения выборки к размеру общей торцевой площади штабеля.

Таким образом, с целью более широкого охвата вновь появившихся методов измерения раздел 6.3.3 стандарта [20], предшествующий формуле 26 на стр. 35, может быть дополнен текстом следующего содержания:

«Для определения коэффициента полндревесности методом «площади торцев» могут быть использованы автоматизированные программы по обработке изображений. При этом всю видимую (пригодную для 2D сканирования) часть торцевой стороны штабеля используют как пробную площадь, определяя границы пробной площади таким образом, чтобы они совпадали с контурами наружных торцов, вошедших в данную пробную площадь. Суммарная площадь выборки может составлять до 100 % площади торцевой поверхности штабеля. Программное приложение производит обработку полученной в процессе фотометрической съемки 2D модели и вычисление суммы площадей торцев выборки S_0 и общую величину пробной площади S_p . Полученные значения округляют до $0,01 \text{ м}^2$ » — и далее по тексту.

Видится, что, с учетом простоты, скорости и проверяемости (удобства осуществления контроля) получаемых результатов, использование фотометрической съемки вкупе с автоматизированной обработкой ее результатов позволит целиком перейти от усредненных табличных данных по коэффициентам полндревесности к определению максимально приближенных к фактическим коэффициентов полндревесности по каждому штабелю, что позволит существенно повысить точность измерения и учета лесоматериалов на тех этапах цепи поставок, где до этого традиционно использовались только групповые геометрические методы измерений.

Основные положения и составляющие, которые могли бы лечь в основу нормативного документа по измерению и учету штабелей круглых лесоматериалов на земле и на транспорте с использованием фотометрической съемки, изложены в следующем разделе.

Возможно предложить также элементы в основу стандарта по измерению коэффициента полндревесности и объема лесоматериалов методом площади торцев. Для удобства текст элементов основы приведен в форме проекта стандарта, выделен курсивом, с незави-

симой нумерацией: «лесоматериалы круглые. Метод измерения объема по площади торцев». Настоящий проект стандарта предназначен для добровольного применения предприятиями и организациями при измерении объема для приемки лесоматериалов и при учете лесоматериалов на складах.

1) Область применения

а) Метод распространяется на круглые лесоматериалы хвойных и лиственных пород любого назначения, окоренные или в коре, в отобранной партии или уложенные в штабель.

б) Метод распространяется на штабели, каждый из которых состоит из одного вида сортимента.

с) Измеряемый штабель может находиться как на складе, так и на транспортном средстве, при условии, что обеспечен физический или визуальный доступ к торцам лесоматериалов.

2) Термины и определения

а) Терминал сбора данных (ТСД) — электронно-оптическое устройство в форме планшета или смартфона, предназначенное для съемки, обработки и передачи данных.

б) Приложение — программа, программное обеспечение для выполнения набора функций, установленное на ТСД.

3) Измерение длины, диаметров и площадей торцев бревен.

а) Измерение длины бревен и определение их номинальной длины.

Измерение длины бревен и определение их номинальной длины производится в соответствии с [20, разделы 4.1, 6.1.] В случае, если в штабель уложены бревна разных номинальных длин, средняя длина сортимента вычисляется как средняя величина номинальных длин, взвешенных через число бревен соответствующих номинальных длин

б) Измерение диаметра бревен производится в соответствии с [20, раздел 4.2.]

с) Измерение площадей торцев бревен.

i) Определение площадей торцев по измерениям их диаметров производят в соответствии с [20, раздел 6.3.2].

ii) При проведении измерений площади торцев используют средства измерений, имеющие соответствующий допуск и технические характеристики в соответствии с приложением.

iii) Автоматизированное измерение площади торца электронно-оптическими средствами производится в соответствии с инструкцией по эксплуатации средства измерений.

iv) При автоматизированном измерении электронно-оптическими средствами площади закомелистых бревен алгоритм программы должен предусматривать корректировку результатов измерения с целью устранения искажающего влияния закомелистости на площадь торца и объем.

v) При измерении площади торцев бревен автоматизированными средствами результаты измерений округляют до 0,001 м².

4) Измерение объема штабеля по площади торцев

а) Измерение объема штабеля по площади всех торцев. Этот метод применяют для штабелей сортиментов

одной номинальной длины, когда доступны для ручного или автоматизированного измерения обе торцевые поверхности штабеля и все торцы составляющих его сортиментов. В данном случае определяют площади всех торцев с обеих торцевых поверхностей штабеля, и в результате получают сумму всех торцевых площадей бревен как верхних, так и нижних, что позволяет использовать преобразованную формулу концевых сечений [19, формула 7] для вычисления суммы объемов всех составляющих штабель бревен:

i) Объем штабеля V_{шт} по площади всех (нижних и верхних) его торцев вычисляют по формуле:

$$V_{шт} = \frac{\sum_{i=1}^N S_i \times L}{2}, (м^3), \quad (1)$$

где V_{шт} — объем штабеля, м³; S_i — площадь торца, м²; L — длина бревна, м; N — число торцов, соответствует двукратному числу бревен в штабеле

ii) Длину бревна L принимают равной номинальной длине сортимента в штабеле.

б) Измерение объема штабеля по площади всех торцев одной из торцевых сторон. Измерение этим способом подходит для штабелей, уложенных вразнокомелицу (т. е. попеременно нижними и верхними торцами, направленными в одну сторону), но с ограниченным доступом для ручного и/или автоматизированного измерения ко второй торцевой поверхности штабеля (например, когда штабели уложены вплотную). Измеряющий визуально оценивает торцевую поверхность штабеля, подлежащую измерению на предмет наличия на ней как верхних, так и нижних торцов, а также убеждается в отсутствии визуального наклона верхней поверхности штабеля в ту или иную торцевую сторону, свидетельствующего об укладке штабеля целиком или преимущественно в однокомелицу (верхними торцами в одну из сторон). Если это условие соблюдается и, кроме того, на измеряемой стороне доступны для измерения все торцы составляющих его сортиментов, определяют площади всех торцев с выбранной торцевой поверхности штабеля, и в результате получают сумму всех торцевых площадей бревен — как верхних, так и нижних, с одной из сторон. На основании проведенного контроля укладки штабеля измеряющий оценивает, что вследствие укладки вразнокомелицу средняя высота и длина штабеля с обеих торцевых сторон равны, а значит, равна и площадь обеих торцевых поверхностей штабеля. Используя формулу (1) без выведения среднего из суммы площадей торцев по каждой из торцевых сторон штабеля, получим нижеследующую формулу (2).

i) при использовании только одной из сторон штабеля, его объем V_{шт} по площади всех его торцев на данной стороне вычисляют по формуле:

$$V_{шт} = \sum_{i=1}^N S_i \times L, (м^3), \quad (2)$$

где V_{шт} — объем штабеля, м³; S_i — площадь торца, м²; L — длина бревна, м; N — число торцов, соответствует числу бревен в штабеле.

ii) Длину бревна L принимают равной номинальной длине сортимента в штабеле.

с) Измерение объема штабеля по количеству штук и среднему объему одного бревна. Этот способ используется в случае, если штабель сложен из одного сорти-

мента и известен средний объем одного бревна, например, по данным компьютера харвестера или по результатам контрольного выборочного измерения выборки из штабеля.

i) Объем штабеля по количеству бревен и среднему объему одного бревна по формуле:

$$V_{ш} = V_{ср} \times N, (м^3), \quad (3)$$

где $V_{ш}$ — объем штабеля, $м^3$; $V_{ср}$ — средний объем бревна в штабеле, $м^3$; N — число бревен в штабеле.

ii) Длину бревна L принимают равной номинальной длине сортимента в штабеле.

d) Измерение объема штабеля по площади части торцев. Измерение этим способом может быть использовано для штабелей, не все торцы которых с обеих сторон доступны для ручного или автоматизированного измерения площади. Этот же способ измерения подходит для штабелей, где суммарная площадь доступных для измерения торцев (числом не менее 60) составляет не менее 10 % от общей суммы площадей торцев на одной из торцевых сторон штабеля.

i) при измерении объема штабеля по площади части торцев сначала измеряют складочный объем штабеля в соответствии с [20, раздел 6], затем определяют коэффициент полндревесности. Для определения коэффициента полндревесности используют метод «площади торцев» [20, раздел 6.3.2], где в том числе могут быть использованы автоматизированные программы по обработке изображений. При этом всю видимую (пригодную для 2D сканирования) часть торцевой стороны штабеля используют как пробную площадь, определяя границы пробной площади таким образом, чтобы они совпадали с контурами наружных торцев, вошедших в данную пробную площадь. Суммарная площадь выборки может составлять до 100 % площади торцевой поверхности штабеля. Программное приложение производит обработку полученной в процессе фотометрической съемки 2D модели и вычисление суммы площадей торцев выборки S_0 и общую величину пробной площади S_p .

Коэффициент полндревесности K_p , вычисленный с точностью до тысячных долей единицы, в этом случае вычисляют по формуле:

$$K_p = S_0/S_p, \quad (4)$$

где S_0 — общая площадь торцев бревен в границах пробной площади, $м^2$; S_p — пробная площадь, $м^2$.

5) Округление результатов вычисления объема. Результаты определения объема круглых лесоматериалов округляют:

– до $0,001 м^3$ — при определении объема одного бревна;

– до $0,01 м^3$ — при определении объема партии бревен.

6) Погрешность измерения объема партии бревен. Допускаемые погрешности измерения объема партии сортиментов — в соответствии с [1] (Приложение 1)».

Таким образом, элементы, предлагаемые в основу стандарта, могут быть использованы при разработке соответствующего нормативного документа в необходимом формате с целью регламентирования и унифи-

кации подходов к измерению и учету штабелей лесоматериалов на складах и на транспорте в подведомственной сфере применения, с использованием инструментов современной цифровой среды. Предлагаемый текст не претендует на полноту отражения всех возможных вариантов цифрового измерения и учета штабелей по площади торцев, возможно, нуждается в дополнении и более подробном изложении некоторых элементов и в то же время задает вектор развития регулирования сферы цифрового учета лесоматериалов.

Выводы. Использованный в экспериментальных исследованиях [3–6] метод регрессионного анализа может являться следующей ступенью развития для метода выборочных контрольных измерений.

В качестве выводов и рекомендаций разработчикам импортзамещающих программных продуктов следует отметить, что разумное следование передовому международному опыту в противовес заикливание на собственных неудачных идеях или наоборот слепому копированию позволяет создать работоспособный программный продукт. На начальных стадиях развития не следует гнаться за достижением наибольшей точности и углубляться в настройку поштучных методов измерения, а сконцентрироваться на наиболее простых, групповых учетных методах. В то же время, не следует пренебрегать простым подсчетом штук, а в плане совершенствования продукта — предусмотреть использование выборок и инструментов вариационной статистики для расширения возможностей программного обеспечения (ПО) в плане учета качественных показателей и повышения точности учета. Опираясь же на такое, без преувеличения, революционное нововведение в сфере лесного учета, как электронный сопроводительный документ в системе ЛесЕГАИС, отечественным производителям и пользователям ПО можно шагнуть значительно дальше в полном переходе на безбумажный документооборот с одновременной отменой или сокращением других, ставших избыточными учетных форм и документов, таких как транспортная накладная, спецификация, путевой лист и т. п., что одновременно послужит более позитивному восприятию законодательных инициатив по повышению прозрачности лесного рынка.

Однако для реализации нововведений и ликвидации отставания от передовых зарубежных технологий по учету древесины сфера учета в нашей стране нуждается в упорядочении нормативной документации и интеграции в нее возможности применения уже появившихся и перспективных средств измерений и учета, с тем, чтобы задействовать заложенный в них потенциал снижения погрешностей при одновременном снижении затрат.

Доработка и принятие к исполнению идей, содержащихся в изложенном проекте стандарта, создаст возможность измерять до 100 % всей учитываемой в рамках этой концепции лесопродукции с повышенной точностью, реализуемой переходом на автоматизированные поштучные рабочие методы измерения в сочетании с контрольным выборочным учетом, обеспечивающим заданные показатели точности, ростом доли поштучных методов измерения относительно групповых, а также повышением точности групповых методов

путем перевода их с усредненных коэффициентов полндревесности на таковые, определенные с учетом фактической плотности укладки штабеля.

За пределами описанных в проекте стандарта методов измерений остаются штабеля как на складах, так и на транспорте, с полностью или частично закрытыми торцевыми сторонами, где открытых для измерения торцов недостаточно для обеспечения измерения коэффициента полндревесности с заданной точностью. Однако действующая система контрольного выбороч-

ного учета позволит поддерживать заданные показатели точности даже в этих случаях. Дополнительно, всегда остается возможность перемещения штабелей таким образом, чтобы обеспечить доступ к измеряемым объектам или их части.

Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>

Литература

1. О порядке определения характеристик древесины и учета древесины: постановление Правительства РФ от 30.11.2021 № 2128 [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202111300150?ysclid=lhkc1yqibk473407501> (дата обращения: 12.05.2023).
2. О порядке определения характеристик древесины и учёта древесины: комментарии по пунктам постановления Правительства РФ № 2128 от 30.11.2021 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://les.expert/2021/12/14/index.pdf> (дата обращения: 12.05.2023).
3. Куницкая О.А., Беляев Н.Л., Швецова В.В., Рудов М.Е., Григорьев В.И. Развитие цифрового учета круглых лесоматериалов // Системы. Методы. Технологии. 2022. № 2 (54). С. 55-63.
4. Куницкая О.А., Беляев Н.Л., Хитров Е.Г. Совершенствование методики программного определения объёма партии круглых лесоматериалов для повышения точности результатов её применения // Resources and Technology. 2022. V. 19. № 1. P. 1-47.
5. Куницкая О.А., Беляев Н.Л., Хитров Е.Г., Пузанова О.А. Результаты экспериментальных исследований программного определения объема партии лиственных лесоматериалов // Системы. Методы. Технологии. 2022. № 1 (53). С. 99-106.
6. Куницкая О.А., Беляев Н.Л., Хитров Е.Г. Результаты экспериментальных исследований программного определения объема партии хвойных лесоматериалов // Деревообрабатывающая пром-сть. 2021. № 4. С. 49-59.
7. Григорьева О.И., Григорьев И.В. Повышение эффективности кадрового обеспечения лесного комплекса Российской Федерации // Архитектура университетского образования: построение единого пространства знаний: сб. тр. IV Нац. науч.-методической конф. с междунар. участием (30 янв. - 01 февр. 2020 г.). СПб., 2020. С. 123-130.
8. Григорьев И.В., Григорьева О.И. Пути повышения мотивации молодежи к работе в лесном комплексе // Лесозаготовка и комплексное использование древесины: сб. ст. IX Всерос. науч.-практической конф. (10 марта 2022 г.). Красноярск, 2022. С. 31-35.
9. Тюрин Н.А., Григорьев И.В., Григорьева О.И. Проблемы подготовки специалистов лесозаготовительного производства для устойчивого лесопользования // Актуальные направления науч. исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 2-3 (7-3). С. 363-367.
10. Григорьева О.И. Эффективность транспортно-технологических систем для лесного хозяйства // Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Междунар. науч.-технической конф. (19 апр. 2018 г.). Тюмень, 2018. С. 79-83.
11. Григорьева О.И., Давтян А.Б. Иностраный опыт агролесоводства для повышения эффективности лесопользования // Наука и инновации: векторы развития: материалы Междунар. науч.-практической конф. молодых ученых (24-25 окт. 2018 г.). Барнаул, 2018. С. 82-85.

12. Марков О.Б., Воронов Р.В., Давтян А.Б., Григорьев И.В., Калита Г.А. Математическая модель выбора системы машин для создания и эксплуатации лесных плантаций // Деревообрабатывающая пром-сть. 2021. № 1. С. 16-26.
13. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения. Введ. 01.11.2002. М.: Госстандарт, 2009. 24 с.
14. ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений. Введ. 01.11.2002. М.: Госстандарт, 2009. 42 с.
15. ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике. Введ. 01.11.2002. М.: Госстандарт, 2009. 42 с.
16. Escrig-Olmedo E., Fernández-Izquierdo M.Á., Ferrero-Ferrero I., Rivera-Lirio J.M., Muñoz-Torres M.J. Rating the Raters: Evaluating how ESG Rating Agencies Integrate Sustainability Principles // Sustainability. 2019. 11 (3). P. 1-16.
17. Wu X., Zhu X., Wu G., Ding W. Data mining with big data // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. 2014. 26 (1). P. 97-107.
18. Курицын А.К. Единая методика измерения объема круглых лесоматериалов // ЛеспромИнформ. 2010. № 3 (69). С. 78.
19. ГОСТ 2708-75. Лесоматериалы круглые. Таблицы объемов. Введ. 01.01.1977. М.: Стандартинформ, 2006. 17 с.
20. ГОСТ 32594-2013. Лесоматериалы круглые. Методы измерений. Введ. 01.01.2015. М.: Стандартинформ, 2015. 37 с.
21. Куницкая Д.Е., Григорьев И.В., Хитров Е.Г. Алгоритм распознавания баланса на цифровом снимке // Актуальные направления науч. исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 9-2 (20-2). С. 197-201.
22. Швецова В.В. Автоматизация геометрического метода учета круглых лесоматериалов // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы Шестой Всерос. нац. науч.-практической конф. с междунар. участием (22 мая 2020 г.). Петрозаводск, 2020. С. 149-150.
23. Курицын А.К. Круглые лесоматериалы: справ. пособие. М.: ООО Лесэксперт, 2006. 153 с.
24. Курицын А.К., Курицын А.А. Сортиментация древесины и учёт сортиментов. Термины и определения. Характеристики древесины. Зависимости между показателями. Основные алгоритмы их вычисления [Электронный ресурс]. URL: <http://les.expert/2021/04/20/index.pdf> (дата обращения: 19.01.2023).

References

1. Rules for determining the characteristics of wood and accounting for wood: postanovlenie Pravitel'stva RF от 30.11.2021 №. 2128 [Elektronnyj resurs]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/00012021113>

- 00150?ysclid=lhkc1yqibk473407501 (data obrashcheniya: 12.05.2023).
2. On the procedure for determining the characteristics of wood and accounting for wood: kommentarii po punktam postanovleniya Pravitel'stva RF № 2128 ot 30.11.2021 g. [Elektronnyj resurs]. URL: <http://les.expert/2021/12/14/index.pdf> (data obrashcheniya: 12.05.2023).
 3. Kunickaya O.A., Belyaev N.L., SHvecova V.V., Rudov M.E., Grigor'ev V.I. Development of digital accounting of round timber // *Systems. Methods. Technologies.* 2022. No. 2 (54). P. 55-63.
 4. Kunickaya O.A., Belyaev N.L., Hitrov E.G. Improvement of the methodology of software determination of the batch volume of round timber to improve the accuracy of the results of its application // *Resources and Technology.* 2022. V. 19. No. 1. P. 1-47.
 5. Kunickaya O.A., Belyaev N.L., Hitrov E.G., Puzanova O.A. Results of experimental studies of program determination of the volume of a batch of deciduous timber // *Sistemy. Metody. Tekhnologii.* 2022. No. 1 (53). P. 99-106.
 6. Kunickaya O.A., Belyaev N.L., Hitrov E.G. Results of experimental studies of the program determination of the batch volume of coniferous timber // *Derevoobrabativaushaya promishlennost'* (Woodworking industry). 2021. No. 4. P. 49-59.
 7. Grigor'eva O.I., Grigor'ev I.V. Improving the efficiency of staffing of the forest complex of the Russian Federation // *Arhitektura universitetskogo obrazovaniya: postroenie edinogo prostranstva znaniy: sb. tr. IV Nac. nauch.-metodicheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem (30 yanv. - 01 fevr. 2020 g.)*. SPb., 2020. P. 123-130.
 8. Grigor'ev I.V., Grigor'eva O.I. Ways to increase the motivation of young people to work in the forest complex // *Lesoeksplyuatsiya i kompleksnoe ispol'zovanie drevesiny: sb. st. IX Vseros. nauch.-prakticheskoy konf. (10 marta 2022 g.)*. Krasnoyarsk, 2022. P. 31-35.
 9. Tyurin N.A., Grigor'ev I.V., Grigor'eva O.I. Problems of training specialists in logging production for sustainable forest use // *Current Directions of Scientific Research of the XXI Century: Theory and Practice.* 2014. V. 2. No. 2-3 (7-3). P. 363-367.
 10. Grigor'eva O.I. Efficiency of transport-technological systems for forestry // *Transportnye i transportno-tehnologicheskie sistemy: materialy Mezhdunar. nauch.-tekhnicheskoy konf. (19 apr. 2018 g.)*. Tyumen', 2018. P. 79-83.
 11. Grigor'eva O.I., Davtyan A.B. Foreign experience of agroforestry for improving the efficiency of forest management // *Nauka i innovacii: vektory razvitiya: materialy Mezhdunar. nauch.-prakticheskoy konf. molodyh uchenyh (24-25 okt. 2018 g.)*. Barnaul, 2018. P. 82-85.
 12. Markov O.B., Voronov R.V., Davtyan A.B., Grigor'ev I.V., Kalita G.A. Mathematical model of choosing a system of machines for the creation and operation of forest plantations // *Derevoobrabativaushaya promishlennost'* (Woodworking industry). 2021. No. 1. P. 16-26.
 13. GOST R ISO 5725-1-2002. Accuracy (accuracy and precision) of measurement methods and results. Part 1. Basic provisions and definitions. Vved. 01.11.2002. M.: Gosstandart, 2009. 24 p.
 14. GOST R ISO 5725-2-2002. Accuracy (accuracy and precision) of measurement methods and results. Part 2. The main method for determining the repeatability and reproducibility of the standard measurement method. Vved. 01.11.2002. M.: Gosstandart, 2009. 42 p.
 15. GOST R ISO 5725-6-2002. Accuracy (accuracy and precision) of measurement methods and results. Part 6. Using precision values in practice. Vved. 01.11.2002. M.: Gosstandart, 2009. 42 p.
 16. Escrig-Olmedo E., Fernández-Izquierdo M.Á., Ferrero-Ferrero I., Rivera-Lirio J.M., Muñoz-Torres M.J. Rating the Raters: Evaluating how ESG Rating Agencies Integrate Sustainability Principles // *Sustainability.* 2019. 11 (3). P. 1-16.
 17. Wu X., Zhu X., Wu G., Ding W. Data mining with big data // *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering.* 2014. 26 (1). P. 97-107.
 18. Kuricyn A.K. Unified methodology for measuring the volume of round timber // *LespromInform.* 2010. No. 3 (69). P. 78.
 19. GOST 2708-75. The timber is round. Tables of volumes. Vved. 01.01.1977. M.: Standartinform, 2006. 17 p.
 20. GOST 32594-2013. The timber is round. Measurement methods. Vved. 01.01.2015. M.: Standartinform, 2015. 37 p.
 21. Kunickaya D.E., Grigor'ev I.V., Hitrov E.G. Algorithm of balance recognition on a digital snapshot // *Current Directions of Scientific Research of the XXI Century: Theory and Practice.* 2015. V. 3. No. 9-2 (20-2). P. 197-201.
 22. SHvecova V.V. Automation of the geometric method of accounting for round timber // *Povyshenie effektivnosti lesnogo kompleksa: materialy SHestoj Vseros. nac. nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem (22 maya 2020 g.)*. Petrozavodsk, 2020. P. 149-150.
 23. Kuricyn A.K. Round timber: sprav. posobie. M.: OOO Lesekspert, 2006. 153 p.
 24. Kuricyn A.K., Kuricyn A.A. Wood sorting and sorting accounting. Terms and definitions. Characteristics of wood. Dependencies between indicators. The main algorithms for their calculation [Elektronnyj resurs]. URL: <http://les.expert/2021/04/20/index.pdf> (data obrashcheniya: 19.01.2023).