

УДК 674.093

*М.А. Корельская, А.М. Копейкин*

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

Корельская Марина Андреевна окончила в 2009 г. Архангельский государственный технический университет, аспирант кафедры лесопильно-строгальных производств Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Имеет около 5 печатных работ в области совершенствования методов раскроя пиловочного сырья.  
E-mail: m.korelskaya@narfu.ru



Копейкин Адольф Михайлович родился в 1936 г., окончил в 1959 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор кафедры лесопильно-строгальных производств Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, заслуженный работник лесной промышленности. Имеет более 100 научных трудов в области прогнозирования развития отрасли и технологий, технологических процессов лесопиления и деревообработки, комплексного использования древесины.  
E-mail: a.kopeikin@narfu.ru



## **О КОРРЕКТНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПИЛОВОЧНЫХ БРЕВЕН**

Предложен новый подход к сортировке пиловочного сырья по диаметрам. Рассмотрен вопрос о корректности расчета средних характеристик пиловочных бревен.

*Ключевые слова:* средний объем, средняя длина, средний диаметр.

Размерно-качественным характеристикам сырья отводится ведущая роль в процессе планирования деятельности лесопильных предприятий. Общее количество сырья, поступающего на лесозаводы, с делением по размерам, сортам и породам определяет спецификацию сырья, которая дополняется рядом обобщенных (средних) показателей: диаметром, длиной и объемом бревен.

Особенно важен средний диаметр  $d_{cp}$  бревен, поскольку по этому показателю можно прогнозировать среднюю скорость распиловки на головных станках, влияющую на производительность потока, а также судить о средней ширине пиломатериалов, которые могут быть получены при раскрое. Средняя длина  $l_{cp}$  пиловочных бревен является основным показателем для определения средней длины вырабатываемых пиломатериалов, а средний объем бревен используется при расчетах производительности механизмов на

складе сырья, а также погрузочных и разгрузочных работ.

Средний объем бревна ( $Q_{\text{ср}}$ , м<sup>3</sup>) определяют делением суммы объемов всех бревен на их количество:

$$Q_{\text{ср}} = \frac{q_1 n_1 + q_2 n_2 + \dots + q_n n_n}{n_1 + n_2 + \dots + n_n} = \frac{\sum q_k n_k}{\sum n_k},$$

где  $q_{1\dots n}$  – объемы бревен, имеющих размеры  $d_{1\dots n}$  и  $l_{1\dots n}$ .

Два других показателя величины могут быть определены лишь приближенно. Наиболее распространенным способом является вычисление средних объема и длины, а затем нахождение среднего диаметра по таблицам объемов [1–3].

Средняя длина бревен ( $l_{\text{ср}}$ , м) определяется как средневзвешенная по количеству бревен:

$$l_{\text{ср}} = \frac{l_1 n_1 + l_2 n_2 + \dots + l_n n_n}{n_1 + n_2 + \dots + n_n} = \frac{\sum l_k n_k}{\sum n_k}.$$

Вместе с тем средний диаметр бревен ( $d_{\text{ср}}$ , см) можно вычислить как среднеквадратическую величину по количеству бревен:

$$d_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{d_1^2 n_1 + d_2^2 n_2 + \dots + d_n^2 n_n}{n_1 + n_2 + \dots + n_n}} = \sqrt{\frac{\sum d_k^2 n_k}{\sum n_k}}.$$

Исследования проводили в реальных условиях работы одного из крупных лесопильных предприятий г. Архангельска. Выборка хронологий подачи сырья с линии сухопутной сортировки бревен была сделана за последние 5 лет. По ГОСТ 9463–88 [2] пиловочником хвойным общего назначения считаются бревна от 14 см, поэтому в исследование включали бревна от 14 до 32 см. В общей сложности учтено 22 232 бревна.

Целью исследования стала проверка гипотезы нормального распределения бревен по диаметрам, а также определение ведущих длин бревен в каждом диапазоне диаметров.

Согласно ранее проведенным исследованиям распределение бревен по диаметрам тяготеет к закону нормального распределения, т. е. если известно некоторое среднее  $X_{\text{ср}}$  исследуемого диапазона диаметров и стандартное отклонение  $s$  (ошибка среднего), то кривая нормального распределения полностью задана. Кроме того, считается, что любой диаметр с вероятностью 68,0 % попадет в диапазон роста  $X_{\text{ср}} \pm s$ , с вероятностью 95,0 % – в диапазон  $X_{\text{ср}} \pm 2s$ , и с вероятностью 99,7 % – в диапазон  $X_{\text{ср}} \pm 3s$ .

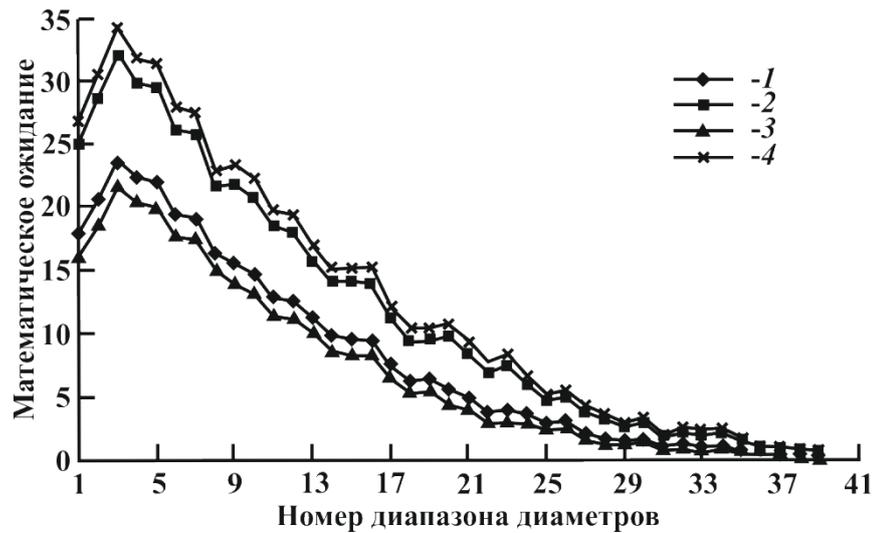
Чтобы проследить, как полученная зависимость подчиняется закону гауссовского распределения, было предложено изменить условия сортировки, увеличив ее дробность (вместо стандартной через 2,0 см сделать ее через 0,5 см). Так, диапазон бревен для диаметра 14,0 см при стандартной сортировке по четным диаметрам включает в себя бревна диаметром 13,5...14,9 см, а по но-

вым условиям сортировки данный диапазон разбивается на три: 13,5...13,9 см, 14,0...14,4 см, 14,5...14,9 см (см. таблицу).

**Диапазоны диаметров при сортировке по новым группам диаметров**

Номер диапазона	Диапазон диаметров, см	$d$ , см	Номер диапазона	Диапазон диаметров, см	$d$ , см
1	13,5...13,9	14	20	23,0...23,4	24
2	14,0...14,4		21	23,5...23,9	
3	14,5...14,9		22	24,0...24,4	
4	15,0...15,4		23	24,5...24,9	
5	15,5...15,9	16	24	25,0...25,4	26
6	16,0...16,4		25	25,5...25,9	
7	16,5...16,9		26	26,0...26,4	
8	17,0...17,4		27	26,5...26,9	
9	17,5...17,9	18	28	27,0...27,4	28
10	18,0...18,4		29	27,5...27,9	
11	18,5...18,9		30	28,0...28,4	
12	19,0...19,4		31	28,5...28,9	
13	19,5...19,9	20	32	29,0...29,4	30
14	20,0...20,4		33	29,5...29,9	
15	20,5...20,9		34	30,0...30,4	
16	21,0...21,4		35	30,5...30,9	
17	21,5...21,9	22	36	31,0...31,4	32
18	22,0...22,4		37	31,5...31,9	
19	22,5...22,9		38	32,0...32,4	
			39	32,5...32,9	

Результаты экспериментальных расчетов дают иную картину (см. рисунок).



Кривые распределения среднего значения бревен по диапазонам диаметров со стандартным отклонением:  $1 - X_{cp} - 2s$ ;  $2 - X_{cp} + 2s$ ;  $3 - X_{cp} - 3s$ ;  $4 - X_{cp} + 3s$

Очевидно, что полученная кривая отличается от кривой нормального распределения, сильно смещаясь влево. В каждом диапазоне диаметров, которые при стандартной сортировке бревен относились бы к одному четному диаметру, наблюдается неравномерное распределение в виде пиков, с увеличением дробности сортировки эти различия только усиливаются.

Во второй половине XX в. сырье на предприятия поступало в основном сплавом от 1-2 поставщиков, поэтому планирование раскроя по средним показателям (длине, диаметру и объему) было приемлемо. С переходом на рыночную экономику сильно возросла доля сырья, поступающего автомобильным транспортом, что повлекло за собой увеличение числа поставщиков, которое на крупных лесозэкспортных предприятиях в настоящее время доходит до 50, поэтому планировать раскрой по среднегодовым данным недопустимо.

Необходимо установить, является ли фактическая линия  $X_{cp}$  в любой момент времени автокорреляционной. Если считать, что функция  $X_{cp}$  является автокорреляционной, тогда каждое следующее значение зависит только от предыдущего в любой момент времени. Таким образом, кривая  $X_{cp}$  будет проходить параллельно  $X_{cp} \pm 2s$  и  $X_{cp} \pm 3s$ . В связи с этим можно говорить о переходе к стохастическим системам, в которых функция  $X_{cp}$  представляет собой дискретную случайную последовательность – марковскую цепь.

Чтобы определить, насколько справедливо вычисление среднего диаметра по средней длине, была построена пространственная развертка в координатах «длина бревен – группа диаметров бревен – количество бревен». Данная развертка показала следующее:

из длин, соответствующих ГОСТ 9463–88, выделяются три ведущих размера: 4,0; 5,2; 6,1 м;

с увеличением диаметра различия в длинах стираются.

Таким образом, установлено, что все множество не является однородным и должно рассматриваться как смесь трех подмножеств.

Если подходить к вычислению средних характеристик бревна с точки зрения теории вероятностей, то бревно имеет всего три параметра, которые могут считаться измеряемыми:

$d$  – непрерывная случайная величина;

$D$  – непрерывная случайная величина;

$l$  – дискретная случайная величина с учетом стандартного деления.

В дореформенный период распределение бревен по длинам было примерно равномерным, потому длины не влияли на определение среднего диаметра. Полученная нами зависимость представляет собой смесь, а потому вычислять средний диаметр следует по трем частям, учитывая все ведущие длины.

Проведенное исследование показало, что судить о правильной организации и планировании работы лесопильных заводов, учитывая средние разме-

ры пиловочных бревен, некорректно. Получается, что средняя длина бревна – величина измеряемая, средний объем – вычисляемая, а средний диаметр – условная, а не фактическая.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власов Г.Д. Лесопильное производство. М.: Гослесбумиздат, 1948. 399 с.
2. ГОСТ 9463–88. Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1990. 11 с.
3. Турушев В.Г., Копейкин А.М., Рымашевский В.Л. Влияние размерно-качественного состава пиловочного сырья на эффективность экспорта пиломатериалов // Лесн. журн. 2005. № 4. С. 96–103. (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 25.01.12

*M.A. Korelskaya, A.M. Kopeikin*

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

**On Correctness of Saw Log Dimensions Calculation**

A new approach to sorting raw saw logs according to their diameter is suggested. The question of correctness of average saw log characteristics calculation is considered.

*Key words:* average volume, average length, average diameter.

---