



УДК 674.093

DOI: 10.37482/0536-1036-2021-1-150-158

**ОПТИМИЗАЦИЯ ДРОБНОСТИ СОРТИРОВКИ БРЕВЕН
ПО ДИАМЕТРУ****В.В. Огурцов, д-р техн. наук, проф.;** *ResearcherID:* [AAZ-7418-2020](https://orcid.org/0000-0002-8995-0496),*ORCID:* <https://orcid.org/0000-0002-8995-0496>**Е.В. Каргина, инж.;** *ResearcherID:* [AAZ-7109-2020](https://orcid.org/0000-0003-0158-8259),*ORCID:* <https://orcid.org/0000-0003-0158-8259>**И.С. Матвеева, канд. техн. наук, доц.;** *ResearcherID:* [AAZ-7422-2020](https://orcid.org/0000-0002-4032-5091),*ORCID:* <https://orcid.org/0000-0002-4032-5091>

Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», д. 31, г. Красноярск, Россия, 660037; e-mail: vogurtsov@mail.ru, ev_kargina@mail.ru, matveevais.26@mail.ru

Аннотация. Данная работа является завершающей в ряде исследований, посвященных проблеме сортировки бревен по толщине при формировании распиловочных партий с оптимальным подбором пиловочника по группам диаметров. Ранее получены математические модели, связывающие характеристики бревен и процессов их раскря с объемным выходом пиломатериалов и рентабельностью лесопильного предприятия. Разработаны алгоритмы и программы имитационных исследований процесса производства пиломатериалов с воспроизведением случайной изменчивости размеров и формы распиливаемых бревен, а также случайного их смещения относительно центра постава пил. В качестве критерия оптимальности применяется рентабельность лесопильного производства, в качестве конкурирующего показателя – объемный выход пиломатериалов. Дробность сортировки бревен по толщине используется как управляемая оптимизируемая переменная, а эллиптичность, кривизна и смещенность относительно центра постава пил учитываются как случайные мешающие факторы. Рассматривая бревно как набор коротких секций, нанизанных на изогнутую ось, имитировали процесс его распиловки (были взяты случайные характеристики формы и размера). В результате определены закономерности изменения эффективности лесопильного производства при варьировании толщины, кривизны, эллиптичности и смещения бревен относительно центра постава пил. Установлено, что при распиловке оптимальным поставом одновременное влияние случайных факторов формы бревна и точности его базирования ослабляет зависимость объемного выхода пиломатериалов от дробности сортировки по закону, который близок к геометрическому суммированию отдельных влияний. Факторы с большим влиянием практически поглощают факторы с меньшим. Доминирующим среди них является кривизна бревна. Для неоптимальных поставов при одновременном влиянии трех рассмотренных факторов объемный выход пиломатериалов практически не зависит от дробности сортировки бревен по толщине. При распиловке бревен с дефектами формы неоптимальными поставками на оборудовании с несовершенной системой базирования их сортировка по толщине как способ повышения объемного выхода пиломатериалов не имеет смысла. Случайное варьирование формы бревна и точности его центрирования, а также отклонение параметров поставов от оптимальных вызывает уменьшение оптимальной дробности подбора бревен по толщине с 20 до 30 мм. Причем, чем большее число характеристик формы и базирования бревна отклоняет-

ся от идеальных значений и чем больше эти отклонения, тем активнее оптимум дробности сортировки бревен по толщине смещается к 3 и более четным диаметрам. При подготовке пиловочного сырья к массовой распиловке с использованием современных технологий и оборудования с жесткими поставками бревна целесообразно сортировать по толщине через 2 четных диаметра. При случайном одновременном варьировании эллиптичности сечений бревен со средним значением 6 мм, их кривизны со средним значением 0,25 % и смещения относительно центра поставки пил со средним значением 10 мм оптимальной является сортировка пиловочного сырья через 3 четных диаметра.

Для цитирования: Огурцов В.В., Каргина Е.В., Матвеева И.С. Оптимизация дробности сортировки бревен по диаметру // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 1. С. 150–158. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-1-150-158

Ключевые слова: бревно, эллиптичность, кривизна, базирование, сортировка, дробность, распиловка, рентабельность.

Введение

На протяжении десятков лет в массовом крупно-поточном лесопилении нерешенной остается проблема формирования оптимальных распиловочных партий бревен [2, 9]. Ключевым вопросом здесь является подбор пиловочника по группам толщин [1, 3–8]. Ожидалось, что острота вопроса будет автоматически снята при переходе лесопиления на головное оборудование с автоматическим генерированием поставок (гибких поставок) [8, 10]. Однако этого не происходит [11–24], поскольку использование гибких поставок без сортировки бревен по диаметрам приводит к резкому увеличению одновременно вырабатываемых сечений. Это в свою очередь вызывает лавинообразное нарастание затрат на всех последующих этапах производственного процесса лесопильного предприятия. Поэтому нашей целью стало определение оптимальной дробности сортировки бревен по диаметрам в два этапа. В данной работе рассматриваются жесткие поставки, которые не предусматривают их автоматическую генерацию для бревна текущей распиловки, в дальнейшем будут рассмотрены гибкие поставки. В качестве критерия оптимизации используется рентабельность лесопильного предприятия, в качестве дублирующего критерия оптимизации – объемный выход пиломатериалов.

Ранее нами представлены математическая модель рентабельности лесопильного предприятия [3] и алгоритмы имитационных исследований процесса производства пиломатериалов с учетом случайных характеристик формы распиливаемого пиловочника [4]. Исследовано [9] влияние случайных характеристик формы пиловочника (эллиптичности и кривизны), а также самопроизвольного его смещения относительно оси поставки на объемный выход пиломатериалов и рентабельность их производства. Следует отметить, что в предыдущих работах влияние случайных характеристик бревен и процессов их раскрытия на эффективность лесопильного производства рассматривались авторами по отдельности. В данной работе исследуется совокупное влияние этих факторов.

Объекты и методы исследования

Для определения влияния дробности подбора бревен по толщине при формировании распиловочной партии на показатели работы лесопильного

предприятия применяется метод имитационного моделирования. Принимается, что эллиптичность, кривизна и точность базирования бревен и брусьев являются случайными характеристиками с нормальным законом распределения, а толщина бревна подчиняется закону равномерного распределения. Объем распиловочной партии составляет 1000 бревен.

Машинный эксперимент проводится на распиловочных партиях пиломатериала размерами 22 см / 5,5 м с использованием следующих поставок: 4 (25 – 150 – 25; 25 – 50/3 – 25 с теоретическим объемным выходом 60,21 %); 5 (25/2 – 100 – 25/2; 25 – 50/3 – 25 с объемным выходом 58,51 %); 6 (25/2 – 100 – 25/2; 25/3 – 50 – 25/3 с выходом 57,04 % при длине досок 1,5...5,4 м с градацией 0,3 м).

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследований при средней эллиптичности 6 мм, средней кривизне 0,25 % и средней амплитуде смещения 10 мм представлены в таблице и на рис. 1, 2.

Рентабельность производства и объемный выход

Амплитуда, мм	Рентабельность, %			Объемный выход, %		
	Постав 4	Постав 5	Постав 6	Постав 4	Постав 5	Постав 6
2,5	-4,8	-6,1	-8,9	55,63	54,88	53,29
5,0	7,8	6,3	3,3	55,56	54,82	53,28
10,0	15,2	13,7	10,4	55,34	54,70	53,16
15,0	17,5	16,6	13,1	55,05	54,72	53,17
20,0	18,7	18,4	14,7	54,81	54,80	53,27
25,0	19,2	19,6	15,9	54,56	54,90	53,38
30,0	19,5	20,6	16,7	54,29	55,00	53,44

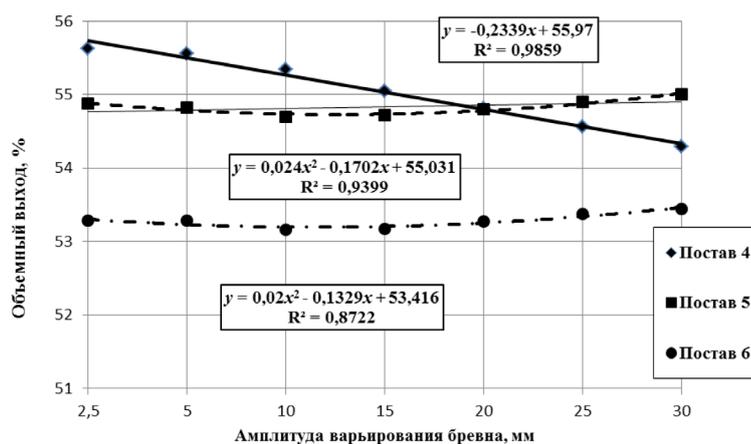


Рис. 1. Влияние точности подбора бревен по толщине в распиловочной партии на объемный выход пиломатериалов

Fig. 1. Influence of accuracy of logs selection by thickness in a sawing batch on the sawn timber volume output

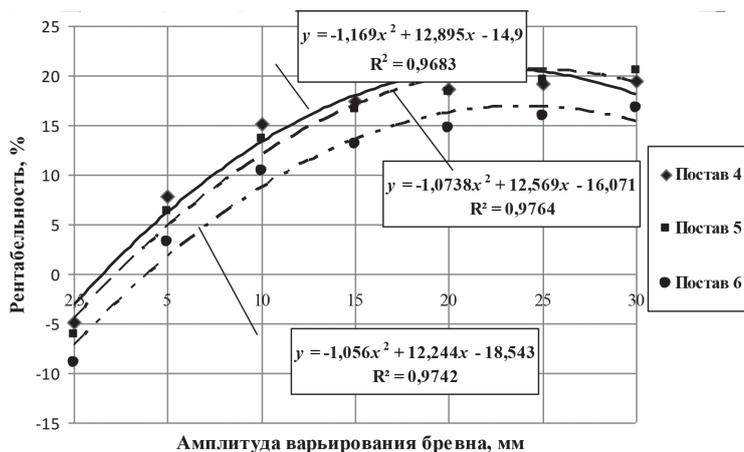


Рис. 2. Влияние точности подбора бревен по толщине в распиловочной партии на рентабельность лесопильного производства

Fig. 2. Influence of accuracy of logs selection by thickness in a sawing batch on the sawmill production profitability

Сравнение графиков, учитывающих только эллиптичность, только кривизну, только смещение, кривизну в паре с эллиптичностью [9] и одновременно все три фактора (рис. 1), показало, что при отдельном воздействии отрицательных факторов со средними значениями эллиптичности (6 мм), кривизны бревен (0,25 %), самопроизвольного поперечного смещения бревен (10 мм) зависимость выхода пиломатериалов от дробности подбора бревен по толщине снижается при переходе величины варьирования толщины от ± 5 к ± 20 мм для оптимального постава 4 соответственно на 0,10; 0,86; 0,88 % (угловые коэффициенты линейных моделей при отдельном влиянии эллиптичности, кривизны, смещения соответственно составляют: $-0,554$; $-0,360$; $-0,287$).

При одновременном воздействии этих факторов для оптимального постава 4 степень зависимости объемного выхода досок от точности подбора бревен по толщине снижается на 1,28 % (угловой коэффициент $-0,233$), т. е. наблюдается близкое к геометрическому суммирование отдельных влияний. Факторы с большим влиянием практически поглощают факторы с меньшим влиянием.

При неоптимальных поставках 5, 6 и одновременном влиянии трех факторов объемный выход пиломатериалов практически не зависит от дробности сортировки бревен по толщине.

Таким образом, при распиловке бревен с дефектами формы неоптимальными поставками на оборудовании с несовершенной системой базирования сортировка бревен по толщине как способ повышения объемного выхода пиломатериалов теряет смысл.

Как видно из рис. 2 и таблицы, зависимости эффективности производства пиломатериалов от точности подбора бревен по толщине имеют унимодальный характер. Причем характер этих зависимостей, так же как и зависимостей, полученных нами [9] при поочередном влиянии рассматриваемых случайных факторов, практически не зависит ни от поставов, ни от параметров формы пиловочника и точности его базирования. Однако более детальный анализ данных таблицы и работы [9] показывает, что случайное варь-

рование формы бревна и точности его центрирования, а также отклонение параметров поставов от оптимальных вызывают уменьшение оптимальной дробности сортировки пиловочника по диаметрам с 20 (2 четных диаметра) до 30 мм (3 четных диаметра). Причем, чем большее число характеристик формы бревна и его базирования отклоняется от идеальных значений и чем больше эти отклонения, тем активнее оптимум дробности сортировки бревен по толщине смещается к 3 и более четным диаметрам. Так, при использовании оптимального постава 4 для распиловки бревен идеальной формы и при абсолютной точности базирования переход от сортировки бревен по 2 четным диаметрам к сортировке по 3 четным диаметрам приводит к снижению рентабельности на 0,7 %, а этот же переход от дробности сортировки бревен по толщине от 2 к 3 четным диаметрам, но при случайном смещении бревен относительно центра постава пил со средним значением 10 мм, уже не снижает рентабельность на 0,7 %, а повышает ее на 0,4 %. При случайном варьировании эллиптичности бревен со средним значением 6 мм указанное уменьшение дробности сортировки понижает рентабельность на 0,1 %. При случайном варьировании кривизны бревен со средним значением 0,25 % указанное уменьшение дробности сортировки не влияет на рентабельность. При одновременном варьировании эллиптичности (6 мм) и кривизны (0,25 %) уменьшение точности сортировки бревен с ± 20 до ± 30 мм приводит к увеличению рентабельности на 0,7 %, а при одновременном варьировании эллиптичности (6 мм), кривизны (0,25 %) и смещения (10 мм) (см. таблицу) – на 0,8 %.

Таким образом, при использовании оптимальных поставов для распиловки бревен идеальной формы и абсолютной точности базирования оптимальной является сортировка пиловочного сырья через 2 четных диаметра (точность сортировки ± 20 мм); при случайном варьировании эллиптичности сечений бревен со средним значением 6 мм – также через 2 четных диаметра; при случайном варьировании кривизны бревен со средним значением 0,25 % альтернативно оптимальна сортировка бревен через 2 и 3 четных диаметра; при случайном смещении бревен относительно центра постава пил со средним значением 10 мм оптимальна сортировка пиловочного сырья через 3 четных диаметра; при случайном одновременном варьировании эллиптичности сечений бревен со средним значением 6 мм и кривизны бревен со средним значением 0,25 % – через 3 четных диаметра; при случайном одновременном варьировании эллиптичности сечений бревен со средним значением 6 мм, кривизны бревен со средним значением 0,25 % и смещения бревен относительно центра постава пил со средним значением 10 мм – через 3 четных диаметра.

Следовательно, при подготовке к распиловке на современном высокоточном оборудовании с жесткими поставами пиловочного сырья высокого качества его целесообразно сортировать по толщине через 2 четных диаметра. При формировании распиловочных партий бревен с существенными дефектами формы, при использовании неоптимальных поставов и оборудования с недостаточно высокой точностью центрирования следует подбирать бревна по толщине с позиций экономической эффективности через 3 и более четных диаметра.

Выводы

1. При распиловке бревен оптимальным поставом одновременное влияние случайных факторов формы бревна и точности его базирования ослабляет зависимость объемного выхода пиломатериалов от дробности сортировки бревен по закону, близкому к геометрическому суммированию отдельных влияний. Факторы с большим влиянием практически поглощают факторы с меньшим влиянием. Доминирующим фактором является кривизна бревна. Для неоптимальных поставов при одновременном влиянии 3 рассмотренных факторов объемный выход пиломатериалов практически не зависит от дробности сортировки бревен по толщине.

Таким образом, при распиловке бревен с дефектами формы неоптимальными поставами на оборудовании с несовершенной системой базирования сортировка бревен по толщине как способ повышения объемного выхода пиломатериалов не имеет смысла.

2. Случайное варьирование формы бревна и точности его центрирования, а также отклонение параметров поставов от оптимальных вызывают уменьшение оптимальной дробности подбора бревен по толщине с 20 до 30 мм. Причем, чем большее число характеристик формы бревна и его базирования отклоняется от идеальных значений и чем больше эти отклонения, тем активнее оптимум дробности сортировки бревен по толщине смещается к 3 и более четным диаметрам.

3. При подготовке пиловочного сырья к массовой распиловке с использованием современных технологий и оборудования с жесткими поставами его целесообразно сортировать по толщине через 2 четных диаметра.

4. При формировании распиловочных партий бревен с существенными дефектами формы, использовании неоптимальных поставов и оборудования с недостаточно высокой точностью центрирования подбирать бревна по толщине с позиций экономической эффективности следует через 3 и более четных диаметра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. *Архипов И.В.* Математические модели и опыт реализации системы планирования раскроя лесосырья // Вестн. СПбГУ. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2014. № 3. С. 82–92. [Arkhipov I.V. Mathematical Model and Experience of Implementation of Wood Sawing Planning Software System. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Prikladnaya matematika. Informatika. Protsessy upravleniya* [Vestnik of Saint Petersburg University Applied Mathematics. Computer Science. Control Processes], 2014, no. 3, pp. 82–92].

2. *Калитеевский Р.Е.* Лесопиление в XXI веке. Технология, оборудование, менеджмент. Изд. 2-е, испр. и доп. СПб.: ПрофиКС, 2008. 499 с. [Kaliteyevskiy R.E. *Sawmilling in the 21st Century. Technology, Equipment, Management*. Saint Petersburg, ProfiKS Publ., 2008. 499 p.].

3. *Каргина Е.В., Матвеева И.С., Огурцов В.В.* Теоретические основы расчета поставов для распиловки бревен с пороками формы // Хвойные бореальной зоны. 2011. Т. 28, № 1-2. С. 141–145. [Kargina E.V., Matveyeva I.S., Ogurtsov V.V. Theoretical Basis of Supply Calculation for Sawing of Logs with Form Defects. *Hvojnye boreal'noj zony* [Conifers of the boreal area], 2011, vol. 28, no. 1-2, pp. 141–145].

4. Каргина Е.В., Ридель Л.Н., Матвеева И.С., Огурцов В.В. Алгоритм имитационных исследований экономической эффективности лесопильных предприятий // Хвойные бореальной зоны. 2011. Т. 28, № 1-2. С. 146–153. [Kargina E.V., Ridel L.N., Matveyeva I.S., Ogurtsov V.V. Imitation Researches Algorithm of saw Mills Economical Efficiency. *Hvojnye boreal'noj zony* [Conifers of the boreal area], 2011, vol. 28, no. 1-2, pp. 146–153].

5. Корельская М.А. Особенности выбора схем раскроя пиловочного сырья в новых экономических условиях // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3, № 5-1. С. 220–224. [Korel'skaya M.A. Features of Choice of Sawing Patterns of Sawlogs in New Economic Conditions. *Aktual'nyye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika* [Actual Directions of Scientific Researches of the XXI Century: Theory and Practice], 2015, vol. 3, no. 5-1, pp. 220–224]. DOI: [10.12737/14492](https://doi.org/10.12737/14492)

6. Мецерьякова А.А., Желтоухова Н.А. Современные технологии лесопиления в России // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3, № 2-1. С. 404–407. [Meshcheryakova A.A., Zheltoukhova N.A. Modern Technologies of Sawmilling in Russia. *Aktual'nyye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika* [Actual Directions of Scientific Researches of the XXI Century: Theory and Practice], 2015, vol. 3, no. 2-1, pp. 404–407]. DOI: [10.12737/10186](https://doi.org/10.12737/10186)

7. Микрюкова Е.В., Пекменов В.М. Совершенствование раскроя бревен // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2, № 3-4. С. 319–322. [Mikryukova E.V., Pekmenov V.M. Improvement of Longitudinal Cutting of Logs. *Aktual'nyye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika* [Actual Directions of Scientific Researches of the XXI Century: Theory and Practice], 2014, vol. 2, no. 3-4, pp. 319–322]. DOI: [10.12737/4403](https://doi.org/10.12737/4403)

8. Новоселова И.В. Генерирование раскройных схем пиломатериалов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2, № 2-1. С. 65–67. [Novoselova I.V. Generation of Lumber Cutting Schemes. *Aktual'nyye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika* [Actual Directions of Scientific Researches of the XXI Century: Theory and Practice], 2014, vol. 2, no. 2-1, pp. 65–67]. DOI: [10.12737/2969](https://doi.org/10.12737/2969)

9. Огурцов В.В. Теория бруско-развальной распиловки бревен: моногр. Красноярск: СибГТУ, 2011. 230 с. [Ogurtsov V.V. *Cant Sawing Theory of Logs*: Monograph. Krasnoyarsk, SibSTU Publ., 2011. 230 p.]

10. Ткаченко А.А. Компьютерное управление процессом раскроя в лесопильном цехе // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2018. Т. 6, № 5. С. 257–259. [Tkachenko A.A. Computer-Controlled Process of Sawing in the Sawmill. *Aktual'nyye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika* [Actual Directions of Scientific Researches of the XXI Century: Theory and Practice], 2018, vol. 6, no. 5, pp. 257–259].

11. Фергин В.Р. Развитие теории раскроя пиловочного сырья // Изв. вузов. Лесн. журн. 2018. № 4. С. 107–117. [Fergin V.R. Development of the Sawing Process Theory. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2018, no. 4, pp. 107–117]. DOI: [10.17238/issn0536-1036.2018.4.107](https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2018.4.107), URL: http://lesnoizhurnal.ru/upload/iblock/f0d/107_117.pdf

12. Ширнин Ю.А., Рукомойников К.П., Виноградов В.П. Разработка способа продольной распиловки сортиментов и математической модели его реализации // Изв. вузов. Лесн. журн. 2010. № 1. С. 77–84. [Shirnin Yu.A., Rukomoinikov K.P., Vinogradov V.P. Development of Assortments Length Cutting and Mathematical Models of its Realization. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2010, no. 1, pp. 77–84]. URL: <http://lesnoizhurnal.ru/upload/iblock/d0d/d0df8570193ec632aafe981034968e3d.pdf>

13. Blatner K.A., Keegan III C.E., Daniels J.M., Morgan T.A. Trends in Lumber Processing in the Western United States. Part III: Residue Recovered versus Lumber Produced. *Forest Products Journal*, 2012, no. 62, iss. 6, pp. 429–433. DOI: [10.13073/FPJ-D-12-00024.1](https://doi.org/10.13073/FPJ-D-12-00024.1)
14. Chang S.J., Gazo R. Measuring the Effect of Internal Log Defect Scanning on the Value of Lumber Produced. *Forest Products Journal*, 2009, vol. 59, iss. 11-12, pp. 56–59. DOI: [10.13073/0015-7473-59.11.56](https://doi.org/10.13073/0015-7473-59.11.56)
15. Héberta F., Grondinb F., Plaice J. Mathematical Modeling of Curve Sawing Techniques for Lumber Industry. *Applied Mathematical Modelling*, 2000, vol. 24, iss. 8-9, pp. 677–687. DOI: [10.1016/S0307-904X\(00\)00009-3](https://doi.org/10.1016/S0307-904X(00)00009-3)
16. Hinostraza I., Pradenasa L., Parada V. Board Cutting from Logs: Optimal and Heuristic Approaches for the Problem of Packing Rectangles in a Circle. *International Journal of Production Economics*, 2013, vol. 145, iss. 2, pp. 541–546. DOI: [10.1016/j.ijpe.2013.04.047](https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.04.047)
17. Ikami Y., Matsumura Y., Murata K., Tsuchikawa S. Effect of Crosscutting Crooked Sugi (*Cryptomeria japonica*) Logs on Sawing Yield and Quality of Sawn Lumber. *Forest Products Journal*, 2010, vol. 60, iss. 3, pp. 244–248. DOI: [10.13073/0015-7473-60.3.244](https://doi.org/10.13073/0015-7473-60.3.244)
18. Koval V.S., Mazurchuk S.M. Optimization the Process of Sawing Lumber Taking into Account Dimension of Qualitative Characteristics. *Техніка та енергетика* [Machinery and Energetics], 2013, no. 185, part 2, pp. 137–142.
19. Lin W., Wang J., Wu J., DeVallance D. Log Sawing Practices and Lumber Recovery of Small Hardwood Sawmills in West Virginia. *Forest Products Journal*, 2011, no. 61, iss. 3, pp. 216–224. DOI: [10.13073/0015-7473-61.3.216](https://doi.org/10.13073/0015-7473-61.3.216)
20. Montero R.S., Moya R. Reducing Warp and Checking in 4 by 4 Beams from Small-Diameter Tropical Species (*Tectona grandis*, *Gmelina arborea*, and *Cordia alliodora*) Obtained by Turning the Pith Inside Out. *Forest Products Journal*, 2015, no. 65, iss. 5-6, pp. 285–291. DOI: [10.13073/FPJ-D-14-00089](https://doi.org/10.13073/FPJ-D-14-00089)
21. Murara Junior M.I., Rocha M.P., Trugilho P.F. Estimate of Pine Lumber Yield Using Two Sawing Methods. *FLORAM*, 2013, vol. 20, no. 4, pp. 556–563. DOI: [10.4322/floram.2013.037](https://doi.org/10.4322/floram.2013.037)
22. Petutschnigg A.J., Katz H. A Loglinear Model to Predict Lumber Quality Depending on Quality Parameters of Logs. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 2005, vol. 63, pp. 111–112. DOI: [10.1007/s00107-004-0537-3](https://doi.org/10.1007/s00107-004-0537-3)
23. Trichkov N., Koynov D. Quantitative Yield in Sawing Thin Logs of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) for Production of Dimensional Lumber without Defects. *Innovation in Woodworking Industry and Engineering Design*, 2018, no. 2, pp. 71–77.
24. Tumenjargal B., Ishiguri F., Takahashi Y., Nezu I., Baasan B., Chultem G., Aiso-Sanada H., Ohshima J., Yokota S. Bending Properties of Dimension Lumber Produced from Siberian Larch (*Larix sibirica*) in Mongolia. *Journal of Wood Science*, 2020, vol. 66, art. 17. DOI: [10.1186/s10086-020-01863-6](https://doi.org/10.1186/s10086-020-01863-6)

OPTIMIZATION OF LOG SORTING BY DIAMETER

Victor V. Ogurtsov, Doctor of Engineering, Prof.; ResearcherID: [AAZ-7418-2020](https://orcid.org/0000-0002-8995-0496),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8995-0496>

Elena V. Kargina, Engineer; ResearcherID: [AAZ-7109-2020](https://orcid.org/0000-0003-0158-8259),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0158-8259>

Irina S. Matveeva, Candidate of Engineering, Assoc. Prof.;

ResearcherID: [AAZ-7422-2020](https://orcid.org/0000-0002-4032-5091), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4032-5091>

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, prosp. imeny gazety "Krasnoyarskiy rabochiy", 31, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation; e-mail: vogurtsov@mail.ru, ev_kargina@mail.ru, matveevais.26@mail.ru

Abstract. This work is the final in the series of studies related to the issue of sorting logs by thickness while forming the sawing batches with optimal selection of sawlogs by diameter groups. In previous works, mathematical models linking the characteristics of logs and their cutting processes with the timber volume output and the sawmill profitability were obtained. Algorithms and programs for simulation studies of the sawn timber production process with reproduction of random variability of sizes and shapes of sawn logs, as well as their random displacement relative to the center of the sawing pattern were developed. Profitability of sawmill production was chosen as the criterion of optimality, the volume output of timber was used as a competing indicator. Fractional sorting of logs by thickness is used as a controllable optimizable variable, while ellipticity, curvature, and timber displacement from the center of the sawing pattern are treated as random interfering factors. Considering the log as a set of short sections threaded on a curved axis, we imitated its sawing process with random characteristics of shape and sizes. As a result, the change patterns of sawing production efficiency were determined while varying thickness, curvature, ellipticity and displacement of logs from the center of the sawing pattern. It was found that when sawing logs with an optimal sawing pattern, the simultaneous influence of random factors of log shape and accuracy of its location weakens the dependence of the timber volume output on the fractional sorting of logs according to the law close to the geometric summation of individual influences. Factors with large influence practically absorb factors with a smaller influence. The log curvature dominates among them. For suboptimal sawing patterns with the simultaneous influence of the three considered factors, the timber volume output is practically independent of the fractional sorting of logs by thickness. When sawing logs with shape defects by suboptimal sawing patterns on equipment with an imperfect basing system, sorting logs by thickness as a way to increase the volume output of sawn timber does not make sense. Random variation of log shape and accuracy of its centering, as well as the deviation of the parameters of sawing patterns from the optimal, causes a decrease in the optimal fractionality of selection of logs by thickness from 20 to 30 mm. Moreover, the greater the number of characteristics of log shape and its basing deviates from the ideal values and the greater these deviations, the more active the optimum fractional sorting of logs by thickness shifts to 3 or more even diameters. When preparing sawn material for mass sawing using modern technologies and equipment with rigid sawing patterns, it is advisable to sort logs by thickness through 2 even diameters. At random simultaneous variation of ellipticity of cross-sections of logs with an average value of 6 mm, their curvature with an average value of 0.25 % and displacement relative to the center of sawing pattern with an average value of 10 mm the optimum is sorting of sawn raw material through 3 even diameters.

For citation: Ogurtsov V.V., Kargina E.V., Matveeva I.S. Optimization of Log Sorting by Diameter. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2021, no. 1, pp. 150–158. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-1-150-158

Keywords: log, ellipticity, curvature, basing, sorting, fractionality, sawing, profitability.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
The authors declare that there is no conflict of interest*

Поступила 19.11.19 / Received on November 19, 2019
