

Обоснование параметров работы сортировочной линии круглых лесоматериалов

О. Н. Галактионов, А. М. Крупко, К. В. Полежаев

Петрозаводский государственный университет

Аннотация: разработаны математические модели, оптимизирующие затраты на сортировку древесины, дано обоснование двухрежимной работы сортировочной линии деревообрабатывающего предприятия.

Ключевые слова: сортировочная линия, круглые лесоматериалы, математические модели, лесонакопители.

Сортировка круглых лесоматериалов является важной операцией подготовительного процесса лесопильного предприятия [1 – 3].

Одно из решений проблемы сортировки круглых лесоматериалов [3] без увеличения площади склада сырья лесопильного предприятия – двухрежимное использование сортировочной линии.

Обычно работа сортировочной линии осуществляется следующим образом: поставляемые лесоматериалы складывают в штабеля; затем сортименты из штабеля подаются в приемный бункер сортировочной установки; сортименты разделяют и подают на продольный транспортер для измерения и оценки качества. Двухрежимная работа отличается тем, что в определенные отрезки времени (смену, сутки) проводится полная сортировка части сортиментов, а остальные подаются в лесонакопители без сортировки.

Таким образом, режим сортировочной линии это набор сортировочных групп лесоматериалов, выделяемых в данный момент времени.

Сортировочная группа – это круглые лесоматериалы соответствующие заданному набору критериев и их величине, определяющих соответствие единицы лесоматериала определенной сортировочной группе.

Внережимный лесоматериал – лесоматериал не соответствующий по своим характеристикам критериям, и их величине, действующим в текущем

режиме работы сортировочной линии, они подлежат сортировке в будущем. Бракованные лесоматериалы не относятся к внережимным.

Режимный лесоматериал – лесоматериал, соответствующий по своим характеристикам критериям и их величинам, действующим в текущем режиме сортировочной линии.

При этом необходимо учитывать, что бракованные лесоматериалы не входят в режимные группы и разделяются на две сортировочных группы – брак по превышению комлевого диаметра и брак по другим параметрам.

Соответственно, необходимо найти распределение лесоматериалов по лесонакопителям, позволяющее отсортировать часть сортиментов, соответствующую данному режиму работы [4 – 6].

Формальное описание условий ведения сортировки. На складе сырья используется сортировочная линия оснащенная N лесонакопителями. Поток лесоматериалов включает M групп лесоматериалов. При этом количество лесонакопителей и лесоматериалов находится в соотношении $N < M$ (Рис. 1)

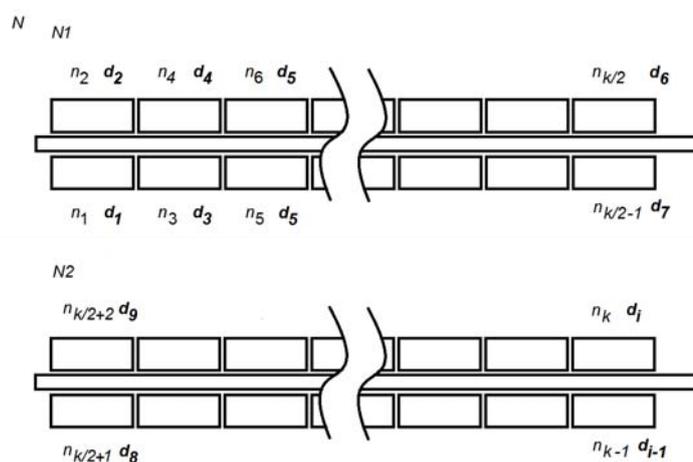


Рис. 1. – Распределение сортировочных групп по режимам работы

Необходимо выбрать такое соотношение разделения сортировочных групп лесоматериалов по режимам работы $M1$ и $M2$ сортировочной линии, которое обеспечит ее полную загрузку.

Учитывая практику учета диаметров лесоматериалов в лесной промышленности, считаем, что распределение лесоматериалов дискретно, а его параметры для конкретного предприятия известны.

Распределение лесонакопителей по сортировочным группам необходимо вести с учетом большего выхода внережимной группы. Лесонакопители n_1, n_2, n_3 , должны вмещать 50 % объема лесоматериалов поступивших за определенное время (зависящее от скорости транспортировки, вместимости карманов, среднего объема единицы лесоматериала во всей совокупности и режимной), а лесонакопители $n_4, n_5, n_6, \dots, n_i$ сортировочные группы актуальные для текущего режима, где i – номер сортировочной группы.

Проведем некоторые оценки режима работы.

Пусть действует режим работы $M1$, позволяющий отсортировать 50 % ($Q1$) поступающих лесоматериалов в соответствии с режимом, 10 % ($Q3$) брака и 40 % ($Q2$) внережимных лесоматериалов.

Поток лесоматериалов имеет интенсивность λ . Вероятность появления внережимного лесоматериала $p_2=Q2/Q$, где $Q2$ – объем лесоматериалов, соответствующих второму режиму; Q – весь объем лесоматериалов.

Количество поступивших лесоматериалов в единицу времени $q=t*\lambda$, из них: режимных $q1=q*p1$, брака $q3=q*p3$, внережимных $q2=q-q1-q3$.

Объем режимных лесоматериалов в k -ом накопителе: $ql_k=q1*p_{ik}$, где p_{ik} – вероятность появления i -го режимного сорта, назначенного k -му лесонакопителю, с учетом дублирования лесонакопителей: $ql_k=q1*p_{ik}/r_1$, где r_1 – количество дублирующих лесонакопителей для режимных лесоматериалов.

Объем бракованных лесоматериалов, с учетом дублирования лесонакопителей: $ql_k=q1*p_k/r_3$, где p_k – вероятность появления бракованного сорта, назначенного k -му лесонакопителю; r_3 – количество дублирующих лесонакопителей для бракованных лесоматериалов.

Объем внережимных лесоматериалов в k -ом накопителе, всегда считаем с учетом дублирования: $ql_k = (q - \Sigma(ql_k) - \Sigma(ql_k)) / r_2$, где r_2 – количество дублирующих лесонакопителей для внережимных лесоматериалов.

Графически соотношения между элементами двухрежимной сортировки показаны на рисунке 2.

Распределение диаметров лесоматериалов описывается логнормальным законом распределения:

$$f(d) = \frac{1}{d\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(\ln d - \mu)^2} \quad (1)$$

где σ , μ – параметры распределения, которые определяются на основе экспериментально полученных данных, d – диаметр лесоматериала.

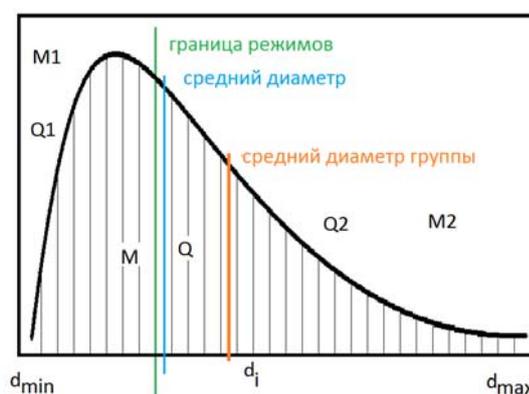


Рис. 2. – Соотношение основных параметров сортировочных групп

Лесоперерабатывающие предприятия часто встречаются с ситуацией, когда необходимо выполнить большого заказа пиломатериалов одинаковых или близких друг к другу размеров в кратчайшие сроки [7-10]. Таким образом, предприятию необходимо за минимальное время произвести сортировку объема лесоматериалов близких диаметров.

Для поиска оптимальных условий работы сортировочной линии разобьем площадь под функцией распределения случайной величины на 3 части, S_1 , S_2 , S_3 , так что $S_1 + S_3 = S_2$. Площадь S_1 включает в себя диаметры от

минимального d_{min} до k , S_2 – от k до l , S_3 – от l до максимального d_{max} . При этом допускается решение, с равенством значений k и l .

Для нахождения площадей S_1, S_2, S_3 составим систему уравнений.

$$\left\{ \begin{array}{l} s_1 = \int_{d_{min}}^k \frac{1}{d \sqrt{2\pi}} e^{-\ln^2 d} \\ s_2 = \int_k^l \frac{1}{d \sqrt{2\pi}} e^{-\ln^2 d} \\ s_3 = \int_l^{d_{max}} \frac{1}{d \sqrt{2\pi}} e^{-\ln^2 d} \\ s_1 + s_3 = s_2 \\ l = 2j, j \in Z \\ k = 2n, n \in Z \end{array} \right. \quad (2)$$

Из-за сложности аналитического решения полученной системы используем приближенное решение интегралов. Проведенное решение показало, что оптимальное разбиение массива лесоматериалов для двух режимов лежит в области близкой к среднему значению диаметра.

Из-за сложности аналитического решения полученной системы используем приближенное решение интегралов. Проведенное решение показало, что оптимальное разбиение массива лесоматериалов для двух режимов лежит в области близкой к среднему значению диаметра.

Предлагаемый режим работы не обеспечивает максимальной паспортной производительности сортировочной линии. Максимальное снижение производительности составляет примерно 18 %.

Указанный режим рекомендуется использовать в условиях острого несоответствия сортировочных групп круглых лесоматериалов и количество карманов лесонакопителей сортировочной линии.

Разработанная модель работы может быть использована в других видах производства при задачах сортировки большой дробности. Модель допускает существенное увеличение параметров сортировки (исследовалось до восьми)

и позволяет выбрать оптимальное количество режимов работы сортировочной линии любого типа и конструкции.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-00327 мол_а.

Литература

1. Мануковский, А.Ю., Глухов Д.А. Модель управления лесопромышленным предприятием // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 012. № 77. – С. 372-381.
2. Шегельман И. Р. Формирование сквозных технологий лесопромышленных производств: научные и практические аспекты // Глобальный научный потенциал. – 2013. – № 9(30). – С. 108-111
3. Шегельман И. Р., Воронин А.В., Смирнов Ю.В. Мониторинг основных тенденций в деревообрабатывающем секторе Северо-Западного федерального округа // Наука и бизнес: пути развития. – 2013. – № 8(26). – С. 90-93.
4. Мохирев А. П., Мохирев П. Ф. Критерии оценки технологий лесозаготовительных производств // Инженерный вестник Дона, 2015, № 4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3318.
5. Будник П. В., Шегельман И. Р. К вопросу структурирования описания производственных и технологических процессов в лесной отрасли // Инженерный вестник Дона, 2015, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2015/2869.
6. Шегельман И. Р., Щеголева Л.В., Пономарев Ю.В. Математическая модель выбора сквозных потоков заготовки, транспортировки и переработки древесного сырья // Известия СПб ГЛТА: СПб. – 2005. вып. 172. – С. 32-36.



7. Suhanov, Yu.V., Sokolov A.P., Lukashevich V.M., Pekkoiev A.N. Application of forest management decision support program MOTTI in conditions of the Republic of Karelia (Russia) // Advanced Materials Research. – Switzerland : Trans Tech Publications, 2014. – vol. 962–965. – Pp. 663–667.
8. Ковалёк Н. С. Некоторые вопросы проведения исследований для принятия эффективных технологических и технических решений для их использования в опытно-технологических разработках // Новое слово в науке: перспективы развития, 2015. – № 4 (6) – С. 150.
9. Кузнецов, В. А., Крупко А.М. Задача оптимизации транспортно-производственных планов лесопромышленного предприятия // Наука и бизнес: пути развития, 2011. – № 5. – С. 48.
10. Damm, John Rusty; Govett, Robert; Bilek, Ted; Jackson, Gerry L. 2004. Log sort yard economics, planning, and feasibility. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-146. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 31 p.

References

1. Manukovskii A. Yu., Gluhov D. A. Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 012. № 77. pp. 372-381.
 2. Shegel'man I. R. Global'nyy nauchnyy potentsial. 2013. № 9(30). pp. 108-111
 3. Shegel'man I. R., Voronin A. V., Smirnov Yu. V. Nauka i biznes: puti razvitiya. 2013. № 8(26). pp. 90-93.
 4. Mohirev A. P., Mohirev P. F. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3318.
-



5. Budnik P.V., Shegel'man I. R. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №2
URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2015/2869.
6. Shegel'man I. R., Shchegoleva L. V., Ponomarev A. Yu. Izvestiya SPb
GLTA: SPb. 2005. vyp. 172. pp. 32–36.
7. Suhanov, Yu.V., Sokolov A.P., Lukashevich V.M., Pekkoev
A.N. Application of forest management decision support program MOTTI in
conditions of the Republic of Karelia (Russia). Advanced Materials
Research. Switzerland: Trans Tech Publications, 2014. vol. 962–965. pp.
663–667.
8. Kovalek N. S. Novoe slovo v nauke: perspektivy razvitiya, 2015. № 4 (6) P.
150.
9. Kuznecov V. A., Krupko A. M. Nauka i biznes: puti razvitiya, 2011. № 5.
P. 48.
10. Damm, John Rusty; Govett, Robert; Bilek, Ted; Jackson, Gerry L.
2004. Log sort yard economics, planning, and feasibility. Gen. Tech. Rep.
FPL-GTR-146. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest
Service, Forest Products Laboratory. P. 31