



АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630.323.4:004.94

А.В. Никончук, А.В. Никончук, К.М. Гришин

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСКРЯЖЕВКИ ХЛЫСТОВ СОСНЫ С МАКСИМИЗАЦИЕЙ ВЫПУСКА ПЛАНОВЫХ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

В статье представлены результаты и методика проведения имитационного моделирования раскряжевки хлыстов, применение которых может принести несомненную пользу при планировании производственного плана предприятия.

Ключевые слова: раскряжёвка, моделирование, хлыст, круглый лесоматериал, оптимальность, алгоритм.

A.V. Nikonchuk, A.V. Nikonchuk, K.M. Grishin

THE SIMULATION MODELING OF PINE WHIP BUCKING WITH THE MAXIMIZATION OF THE PLANNED ROUND TIMBER OUTPUT

The results and methodology for conducting the whip bucking simulation modeling which application can bring the undoubted benefits in preparing the enterprise production plan are presented in the article.

Key words: bucking, modeling, whip, round timber, optimality, algorithm.

Введение. Для наилучшего использования древесины необходимо, чтобы каждый хлыст был раскряжен оптимально. Степень оптимальности раскряга определяется критериями, численно выраженными с помощью показателя раскряга. В теории и практике раскряга хлыстов употребляют четыре критерия оптимальности: общий объёмный выход деловой древесины; выход плановых сортиментов; товарный выход сортиментов в денежном выражении; выход цилиндрического объёма брёвен.

Определить оптимальную схему раскряжевки трудно даже теоретически. По некоторым подсчётам, чтобы определить численные значения критериев оптимальности появляется более чем 16 млн возможных вариантов раскряжевки [5]. Поэтому поиск оптимальных программ раскряжевки последовательным перебором и анализом всех возможных вариантов без применения ЭВМ будет неприемлем.

Цель исследований. Провести исследование методики имитационного моделирования раскряжевки хлыстов на примере сосны обыкновенной.

Задачи исследований. Определить методику, составить алгоритм и написать программу для проведения имитационного моделирования раскряжевки хлыстов в автоматическом режиме; провести имитационное моделирование раскряжевки сосны обыкновенной и выполнить анализ полученных данных.

Методика и результаты исследований. Выход плановых сортиментов, или спецификационный (по ГОСТ), определяется процентным отношением объёма плановых сортиментов к объёму затраченного сырья – хлыстов.

В настоящее время основная масса сортиментов круглых лесоматериалов хвойных пород заготавливается по двум унифицированным стандартам: ГОСТ 9463-88 «Лесоматериалы круглые хвойных пород» [6] и ГОСТ 9462-88 «Лесоматериалы круглые лиственных пород». Они необходимы для определения типораз-

меров выпиливаемых из хлыстов сортиментов. В нашем случае для максимизации выхода пиловочного или шпального либо балансового бревна.

С учетом ГОСТа [7] наименьший диаметр пиловочных бревен в верхнем отрубе равен 14 см, а номинальная длина от 4,0 до 6,5 м с градацией 0,5 м. Для шпальных бревен наименьший диаметр в верхнем отрубе равен 24 см, а номинальная длина от 2,75 до 5,5 м. Для балансовых бревен номинальная длина от 1,0 до 6,5 м с градацией 0,25 м, а диаметр в верхнем торце колеблется от 6 до 24 см. В ГОСТе не указывается допустимый диаметр нижнего торца балансов. Обычно этот размер заявляют целлюлозно-бумажные предприятия, исходя из технических характеристик окорочных станков, дефибреров, слешеров и других механизмов.

К примеру, при раскряжке хлыстов с максимизацией выпуска пиловочных бревен схема раскря будет следующей (рис. 1): из части хлыста от сечения с диаметром 14 см ($l_{0,14}$) и до комля без учета откомлевок будет выпиливаться пиловочник, часть хлыста ниже сечения 14 см и до 6 см отнесем к балансовой древесине.

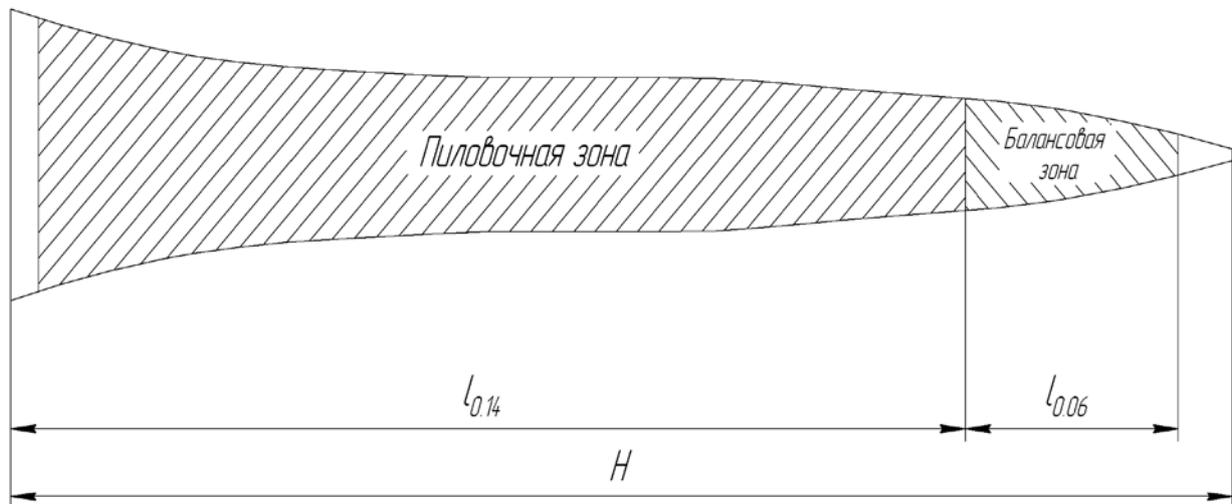


Рис. 1. Расчетная схема сортиментных зон хлыста: $l_{0,14}$ – расстояние от комля хлыста до сечения, диаметр которого равен 0,14 м; $l_{0,06}$ – балансовая зона; H – длина хлыста

На следующем этапе для сокращения объема необходимых вычислений при решении задачи по определению схем раскря хлыстов мы воспользовались рекомендациями профессора В.С. Петровского [1, 2, 3, 5]. Для этого провели обмер 150 сосновых хлыстов (обмер проводился на предприятии расположенном, на территории Иркутской области) и по его результатам получили уравнение их образующей (1):

$$\frac{2x}{d_{0,5}} = 3,0943 \left(\frac{l}{H} \right)^4 - 8,7142 \left(\frac{l}{H} \right)^3 + 7,5330 \left(\frac{l}{H} \right)^2 - 3,0683 \left(\frac{l}{H} \right) + 1,5486. \quad (1)$$

После этого мы перевели уравнение образующей в таблицу изменения относительных сбегов $2x/d_{0,5}$ по относительной длине l/H с изменением относительной длинны через 0,01, заложили эту таблицу в блок памяти вычислительного устройства, что в значительной мере сократило объем необходимых вычислений [5].

Для раскряжки хлыстов поражённых напённой гнилью необходимо определить величину откомлевки хлыстов. Известно, что чем больше площадь сечения подобных гнилей, тем выше они поднимаются вверх по стволу [4, 5].

В результате опытных раскряжек хлыстов и наблюдений за раскраиванием фаутных комлевых бревен установлена зависимость между длиной распространения h_r и диаметром центральной гнили d_r округлого сечения в комле хлыста [4, 5].

Для сосны эта зависимость имеет вид:

$$h_{Г} = 40d_{Г}^2 + 10d_{Г}. \quad (2)$$

Формула (2) имеет смысл при $d_{Г} \leq 0,18$ м. При больших размерах гнили в пределах $0,18 \text{ м} < d_{Г} < 0,26$ м корреляционная связь будет иной.

Для сосны:

$$h_{Г} = -500d_{Г}^2 + 395d_{Г} - 49, \quad (3)$$

С увеличением диаметра гнили увеличивается варьирование фактической длины распространения гнилостного поражения относительно расчетной длины. Для диаметров гнили до 0,15 м, как показали натуральные исследования, уравнение (3) достаточно хорошо характеризует высоту поднятия центральных напенных гнилей округлого сечения [5]. Это уравнение можно использовать для расчетов длины откомлевок с гнилью.

На основе всего вышесказанного нами была предложена алгоритмическая схема раскряжки хлыстов с оптимизацией выхода пиловочных, шпальных или балансовых бревен (рис. 2). В вершине данной схемы стоит «Ввод исходных данных», то есть для осуществления раскряжки нам необходимо знать основные параметры поступающего на раскряжку хлыста: $d_{0,5}$ – диаметр в середине хлыста; $H_{хл}$ – длина хлыста; $d_{1,3}$ – диаметр на высоте груди. Для проведения моделирования мы воспользуемся данными по имеющимся у нас хлыстам.

Используя алгоритм (рис. 2), была составлена программа на языке программирования Delphi 7. Интерфейс представлен в виде «окна» (рис. 3), в котором имеется ряд ячеек для ввода. В данном случае ручным способом, необходимым для расчета данных по хлысту (1). При наличии в хлысте напенной гнили в соответствующем окошке (2) ставится галочка, при этом становится активным окно (3) для ввода диаметра гнили. В нашем случае также вручную.

Для максимизации выхода пиловочных, шпальных либо балансовых бревен необходимо поставить галочку в соответствующем окне (4, 5 или 6). Осуществив выбор направления раскряжки (каких сортиментов необходимо получить по максимуму из данного хлыста), в верхней части нашего интерфейса (7) появляется схема раскряжки хлыста с указанными (заштрихованными) «Пиловочная зона» (8) и «Балансовая зона» (9), так как в данном случае раскрой осуществляется с максимизацией выхода пиловочных бревен. При нажатии клавиши «Расчет» (10) осуществляется расчет по вышеописанной методике, полученный результат выводится в виде таблицы, в которой представлены размерные характеристики хлыстов в ячейках (14); в ячейке (15) представлена протяженность пиловочной зоны, а в ячейке (16) длина и количество наших пиловочных бревен; в ячейке (17) показан общий объем наших сортиментов; в ячейке под номером (18) показан объемный выход пиловочных бревен от объема хлыста; в ячейках (19, 20, 21, 22) представлены результаты по раскряжке уже оставшейся балансовой зоны хлыста, но в данном случае её нет этом хлысте; в ячейке (23) показана цифра общего выхода пиловочных и балансовых бревен от объема хлыста.

При необходимости возможно накапливание результатов в таблице, для этого необходимо поставить галочку в соответствующем окошке (11). Если же этого не сделано, то каждый новый расчет будет первым в таблице. Полученные результаты из таблицы можно сохранить как отдельный документ в любом текстовом редакторе, нажав на клавишу «Сохранить результаты» (12) (таб.). Нажав на клавишу «Очистить результаты» (13), данные из таблицы удаляются.

Используя вышепредставленный алгоритм и написанную на его основе программу, нами проведено имитационное моделирование раскряжки хлыстов. Пример полученных результатов представлен в таблице.

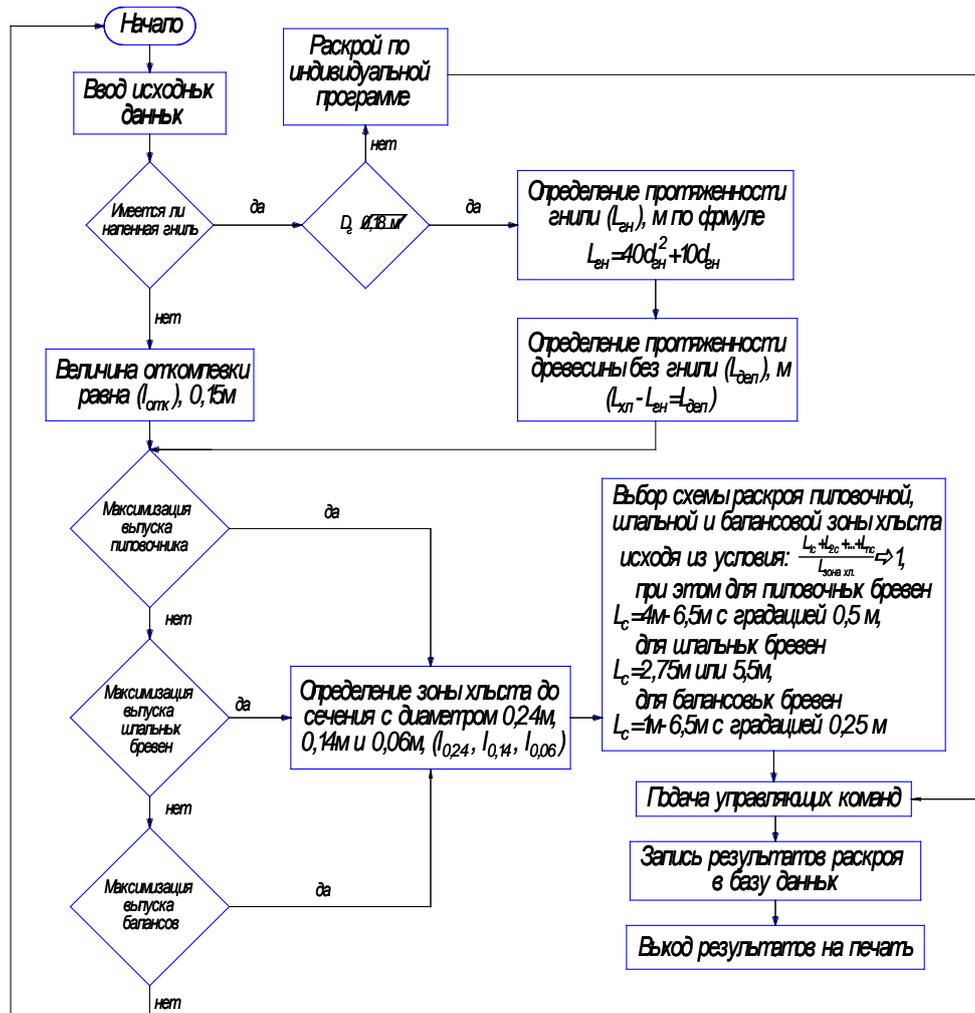


Рис. 1. Схема алгоритма раскряжки хлыстов с оптимизацией выхода пиловочных, шпальных или балансовых бревен

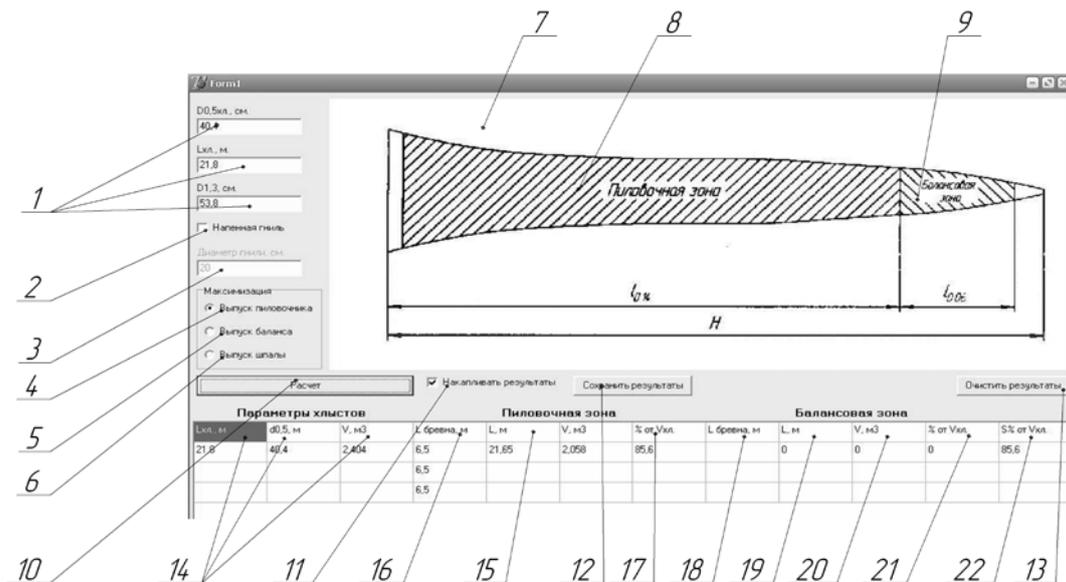


Рис. 2. Интерфейс программы раскряжки хлыстов

Результаты имитационной раскряжевки хлыстов с наибольшим выходом пиловочных бревен (фрагмент)

Параметры хлыстов				Пиловочная зона							Балансовая зона				Σ % от V _{хп}	
№	H, м	d _{0,5} , м	V, м ³	Длина бревен в схеме раскря, м			L, м	V, м ³	% от V _{хп}	Длина бревен в схеме раскря, м	L, м	V, м ³	% от V _{хп}			
1	19,0	15,8	0,377	6,5	6	-	-	12,58	0,257	68,12	5	1,25	6,4	0,08	20,68	88,80
2	20,0	15,9	0,402	6,5	6,5	-	-	13,25	0,271	67,37	5	1,75	6,9	0,08	20,94	88,31
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
149	22,5	40,2	2,448	6,5	6,5	5	4	22,35	2,398	97,96	-	-	0,4	-	-	97,96
150	21,8	40,4	2,405	6,5	6,5	4,5	4	21,65	2,374	98,74	-	-	0,2	-	-	98,74

При рассмотрении результатов имитационного моделирования раскряжевки хлыстов с максимизацией выхода пиловочных бревен можно сказать, что общий выход деловой древесины составил 92,3 % то есть при общем объеме хлыстов 166,1 м³ выход равен 153,36 м³. При этом выход пиловочного сырья составляет 142,35 м³, балансового 11,01 м³, отходов 12,74 м³ (стандартные откомлевки 15 см и откомлевки от древесины, имеющей напенную гниль, отрезки вершинной части не вошедшие по ГОСТ к длине балансового сырья).

При раскряжевке этих же хлыстов с максимизацией выхода шпального сырья можно сказать, что общий выход деловой древесины составляет 93,6 %, или из общего объема в 166,1 м³ эта цифра составляет 155,53 м³. При этом выход шпального сырья равен 53,2 %, или 88,42 м³, пиловочных бревен 30,76 %, или 51,1 м³, балансовых бревен 9,62 %, или 15,97 м³, отходы составляют 10,57 м³ (стандартные откомлевки 15 см и откомлевки от древесины, имеющей напенную гниль, отрезки вершинной части, не вошедшие по ГОСТ к длине балансового сырья).

При раскряжевке этих же хлыстов с максимизацией выхода балансовых бревен можно сказать, что общий выход деловой древесины составляет 92,7 %, или из общего объема в 166,1 м³ эта цифра составляет 153,95 м³. При этом выход балансовых бревен равен 35,4 %, или 58,74 м³, пиловочных бревен 57,3 %, или 95,21 м³, отходы составляют 12,15 м³ (стандартные откомлевки 15 см и откомлевки от древесины, имеющей напенную гниль, отрезки вершинной части, не вошедшие по ГОСТ к длине балансового сырья).

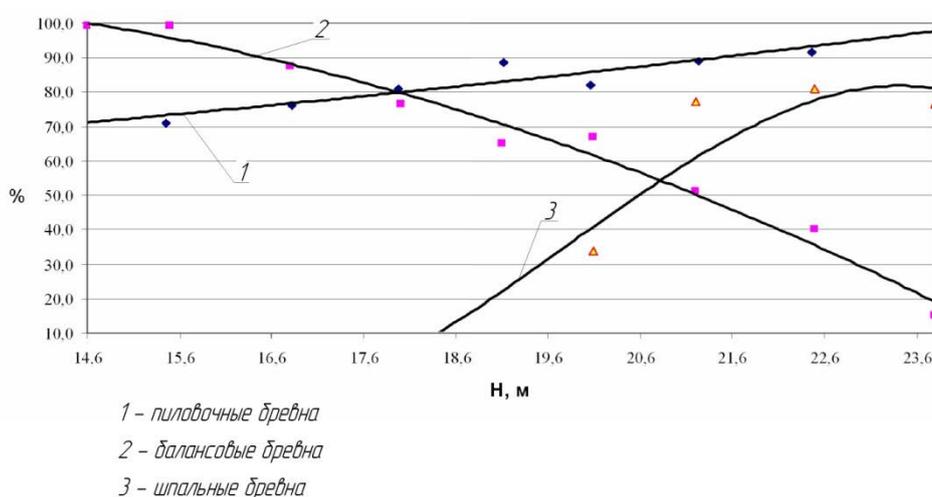


Рис. 3. Зависимость потенциального выхода пиловочных, шпальных и балансовых бревен из сосновых хлыстов в процентах от длины хлыста

При дальнейшем анализе результатов имитационного моделирования нами была построена зависимость потенциального выхода пиловочных, шпальных и балансовых бревен из сосновых хлыстов в процентах от длины хлыста (рис. 3).

Рассматривая полученные данные (рис. 4), можно сказать, что при максимизации выхода балансовых бревен процент их выхода уменьшается в зависимости от длины хлыста и соответственно от его крупности, выход же пиловочника и шпальных бревен, наоборот, увеличивается. Оптимальными точками соотношения производства пиловочника и балансов можно считать точку пересечения двух кривых 1 и 2, в этой точке выход пиловочника увеличивается и переваливает за 80 %, процент же выхода балансового сырья также составляет 80 %, но он продолжает падать. Так же как при пересечении кривых 2 и 3, выход шпального сырья составляет 55 %, процент выхода балансов продолжает падать.

Во всех случаях имеет смысл сбалансированного производства как минимум двух видов продукции: пиловочника – балансов, шпальника – балансов. То есть при планировании производственного плана предприятия необходимо делать упор на все вышесказанное и соответственно заранее находить потребителей как для основного вида продукции, так и для второстепенного (сопутствующего).

Выводы

1. Предложенная методика проведения имитационного моделирования раскряжевки хлыстов позволяет в значительной мере сократить объем необходимых вычислений при составлении оптимальной схемы их раскря.

2. Результаты моделирования позволяют сделать вывод, что написанная программа может быть рекомендована к использованию для программирования автоматизированных и полуавтоматизированных раскряжевочных линий, работающих на нижнем сладе, а также для составления карт раскря хлыстов.

Литература

1. *Петровский В.С.* Вопросы теории раскря древесных стволов // Лесн. журн. – 1963. – № 3. – С. 11
2. *Петровский В.С.* Исследование рационального и слепого раскря хлыстов хвойных пород // Сб. тр. СибТИ. – Красноярск, 1990. – С. 9.
3. *Петровский В.С.* Некоторые задачи теории раскря древесных стволов // Сб. тр. СибТИ. – Красноярск, 1963. – № 3. – С. 13.
4. *Петровский В.С.* Исследование предельно допустимых размеров гнилей // Лесн. пром-сть. – 1963. – № 11. – С. 10.
5. *Петровский В.С.* Оптимальная раскряжевка лесоматериалов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 288 с.
6. ГОСТ 9463-88. Лесоматериалы круглые хвойных пород. – М.: Лесн. пром-сть, 1988. – 32 с.
7. ГОСТ 22296-89Э. Балансы для экспорта. Технические условия. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 30 с.

