

Моделирование раскроя круглых лесоматериалов на пиломатериалы в среде математического процессора MathCAD

ВАЛЕРИЙ КОВАЛЬ, ТАТЬЯНА КОВАЛЬ

Кафедра технологии деревообработки Национального университета биоресурсов и природопользования Украины – НУБиП Украины

Abstract Expediency of rising and decision of task of optimization is reasonable will cut out round commercial timbers on saw-timbers. Conducted researches of actual exit of the waney-edged saw-timbers at cutting out of raw material in the productive terms and character of influence of factor signs is certain on the by volume exit of saw-timbers. Worked out algorithms and created system of the programs, that allows to execute in the environment of math processor of MathCAD calculations post-abib, optimal plans will cut out and to execute them technical and economic estimation.

Keywords: round timber, timber, bulk out, cut planning, mathematical model, drawing posture calculation posture, cutting optimization, technical and economic evaluation

В настоящее время в готовом изделии из древесины используется лишь 20-30% от объема сырья, поэтому возникает задача рационального и комплексного использования пиловочного сырья, представляющего большую и наиболее ценную часть круглых лесоматериалов. Важным фактором рационального использования древесины является увеличение объемного, посортного и спецификационного выходов пиломатериалов, что может быть достигнуто за счет повышения эффективности лесопильного производства, технического перевооружения лесопильных предприятий на базе современного оборудования и технологии с применением вычислительной техники.

Рассчитывать и определять рациональные поставки возможно, если принять за основу максимального использования сырья принцип максимальных поставок [1], а за основу выполнения необходимой спецификации - размеры и качество пиломатериалов, которые будут отвечать тем или иным видам продукции и производств. Операции, связанные с планированием раскроя сырья, можно решать, используя разработанные алгоритмы или создавая системы программ расчета поставок, оптимальных планов раскроя и проводить их технико-экономическую оценку.

Расход сырья при раскрое зависят от принятой техники, технологии раскроя и спецификации сырья и пиломатериалов. Из технологических факторов одним из основных является выбор оптимальных поставок для раскроя каждой размерно - качественной группы пиловочника, которые позволяют выполнить спецификацию пиломатериалов при минимальном количестве сырья

Структурная схема системы программ раскроя сырья показана на рис. 1

Структурная схема программы для расчета поставок и оптимальных планов раскроя сырья включает: блок ввода входящей информации по количеству и размерно-качественным данным сырья, спецификации пиломатериалов.

В следующем блоке определяется объемный выход пиломатериалов

Модель расчета поставок разработана с учетом основных положений теории раскроя сырья на пиломатериалы [2]. Она предоставляет последовательность логических и математических операции, выполняемой технологом при составлении и расчете поставок. После составления возможных поставок производится их оценка по объемному выходу пиломатериалов и отбирается определенное количество вероятно целесообразных поставок для включения в математическую модель планирования раскроя сырья.

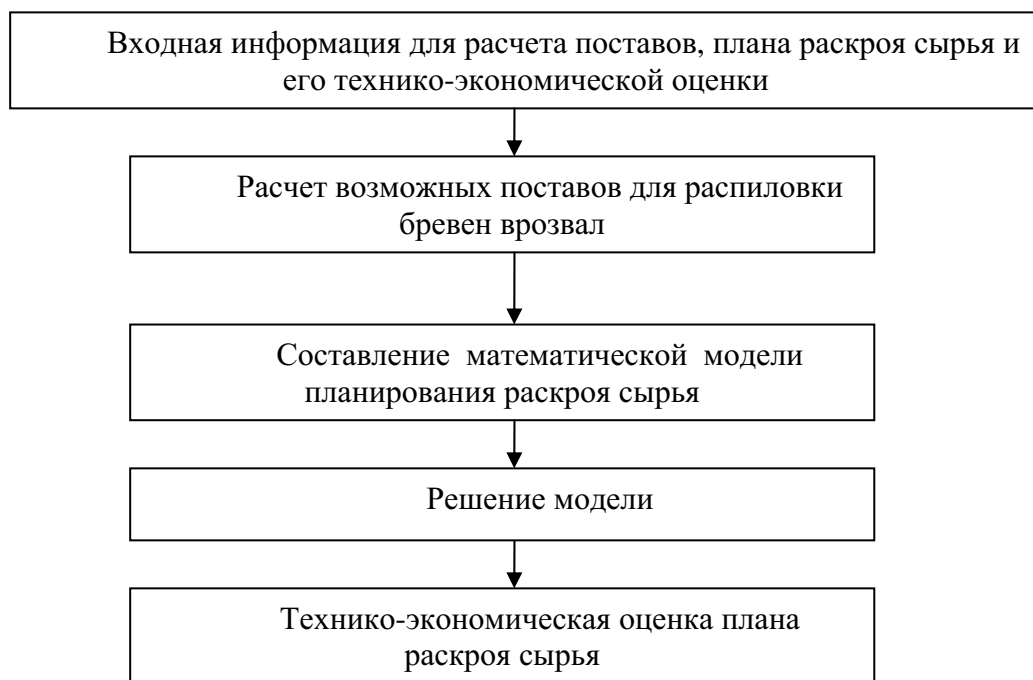


Рис. 1. Структурная схема программы оптимизации раскроя сырья на пиломатериалы

. Общий вид математической модели планирования раскроя сырья имеет вид:

$$\sum_{k=1}^n \sum_{t=1}^{l_k} V_{itk} n_{ik} \geq V_i^{\min} \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$\sum_{k=1}^n \sum_{t=1}^{l_k} V_{itk} n_{ik} \leq V_i^{\max} \quad (i = 1, 2, \dots, m_1)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n \sum_{t=1}^{l_k} V_{itk} n_{ik} \geq V$$

Целевую функцию реализует критерий минимума затрат сырья при заданных объемах пиломатериалов и сырья:

$$F(x) = \sum_{k=1}^n \sum_{t=1}^{l_k} Q_k n_{ik} = \min$$

Обозначения на модели:

n - общее число размерных групп бревен;

l_k - общее число возможных поставок для раскроя бревен k -й размерной группы;

V_{itk} - объем пиломатериалов i -го сечения, ожидаемый при раскроя t -м поставом бревен

k -й размерной группы;

n_{ik} - количество бревен k -й размерной группы, раскраиваемых t -м поставом;

$V_i^{\min}, V_i^{\max}, V$ - соответственно минимально допустимый, максимально

допустимый объем пиломатериалов i -го сечения, общий объем пиломатериалов всех выпускаемых сечений;

m - общее количество сечений пиломатериалов;

Q_k - общий объем сырья всех размерных групп;

$F(x)$ - целевая функция, которая является критерием оптимальности распиловочного плана - минимум затрат сырья.

Выбор оптимальных поставов для раскроя партии бревен осуществляется по методу линейного программирования, что дает возможность выбрать приемлемую схему распиливания и, при необходимости, корректировать план распиловки.

На первом этапе реализации плана раскроя сырья решается задача составления и расчета поставов для производства необрезных пиломатериалов.

Задача раскроя круглых лесоматериалов на спецификационные пиломатериалы решена в среде математического процессора MathCAD. [3]. Применение MathCAD эффективно при решении задач, где необходимо решение систем уравнений. С математической точки зрения задача проста, но значительный объем расчетов превращает задачу, как в нашем случае при числе уравнений более 10, в технически сложную, что связано с практически неизбежными погрешностями. [4].

Согласно алгоритму программы на первом этапе осуществляется ввод основных характеристик сырья.

К основным характеристикам сырья, при расчете в данной программе, относятся: порода древесины, длина и толщина бревна, а также сортность лесоматериалов. Основные параметры бревна программа рассчитывает автоматически на основе введенных зависимостей, а также данных занесенных в базу программы (сбежистость бревна соответствующей породы, минимальные размеры досок, припуски на усушку),

Для определения комлевого диаметра бревна, объема бревна, величины максимального охвата бревна поставом, величины критической зоны бревна в программу введены известные зависимости [5].

Задача расчета поставов и определения объемного выхода пиломатериалов решается в два этапа. На первом этапе определяются размеры пиломатериалов и их объемный выход в цилиндрической зоне бревна, на втором – в параболической зоне, где учитывается уменьшение длины пиломатериалов по сравнению с длиной бревен.

Порядок расчета размеров необрезных пиломатериалов следующий - введение толщин досок с последовательным расположением их относительно центра бревна, определение количества досок в поставе, введение толщины пропила.

Расчет размеров необрезных пиломатериалов и их объемного выхода производится введением в программу известных уравнений для определения ширины и длины пиломатериалов [6].

Программа автоматически производит округление ширины и длины досок до стандартных значений

Расчет поставов для раскроя сырья диаметром 36 см, длиной 6 м на необрезные пиломатериалы толщиной 50 мм и его сопоставление с фактическими данными, полученными в производственных условиях, показал, что при использовании цилиндрической зоны бревна объемный выход, для заданной спецификации толщины пиломатериалов, составляет 79%, Фактический по обмерам досок -77,2%

Необходимо обратить внимание на то, что при расчете реальных поставов аналитическим или графическим методом с использованием номограмм и графиков максимальных поставов, возможно определять только относительно максимальный объемный выход пиломатериалов, без учета их качества и возможности выполнения заданных спецификаций. В связи с тем, что сортировка бревен осуществляется по парным диаметрам и в группе бревен между ними диаметр меняется непрерывно, объемный выход пиломатериалов в пределах четных диаметров может отличаться от расчетного. Учитывая это, расчеты выполнены в соответствии с теорией максимальных поставов, следует рассматривать как максимально возможный выход, который является критерием при сравнительном анализе поставов, разрабатываемых для реальных условий производства.

Для проверки программы расчета поставов были проведены экспериментальные исследования по определению объемного выхода пиломатериалов при распиловке бревна на необрезные пиломатериалы. Исследования проводили в производственных условиях. На лесопильной раме Р-63 распиливались бревна толщиной от 26 до 50 мм, длиной 4,5 м, разной сбежистости на пиломатериалы толщиной 50 мм. В связи с тем, что в спецификации заложена длинна пиломатериалов 4,5 м, при составлении поставов используется только цилиндрическая зона бревна.

Фактический объем досок определялся непосредственными измерениями их размеров и аналитическим расчетом объема. Наряду с этим данные эксперимента обрабатывались с помощью программы, созданной в среде математического процессора MathCAD.

Результаты исследований приведены в таблице 2

Таблица 2. Сравнение фактического и расчетного объемного выхода пиломатериалов при раскросе бревен в производственных условиях

Номер опыта	Размеры бревен				Объем пиломатериалов, м ³		Объемный выход пиломатериалов, %	
	d, см	D, см	L, м	V, м ³	Фактический	Расчетный	Фактический	Расчетный
1	30	36	4,5	0,388	0,30	0,31	78,0	80,0
2	34	44	4,5	0,546	0,35	0,38	64,3	70,8
3	34	36	4,5	0,578	0,46	0,48	79,0	84,2
4	36	48	4,5	0,636	0,47	0,49	73,9	77,3
5	36	40	4,5	0,512	0,36	0,37	70,0	72,5
6	36	40	4,5	0,512	0,36	0,37	70,7	72,5
7	36	48	4,5	0,636	0,47	0,49	73,9	77,3
8	36	50	4,5	0,671	0,48	0,51	72,0	75,8
9	42	50	4,5	0,754	0,62	0,61	81,7	80,3
10	46	64	4,5	1,098	0,80	0,86	73,0	78,7
11	50	62	4,5	1,121	0,83	0,86	74,0	76,4

Методом наименьших квадратов найдены регрессионные модели для вычисления фактического и расчетного объемного выхода пиломатериалов

$$P_{fi} = 67,754 + 0,141x_i$$

$$P_{ri} = 69,734 + 0,166x_i$$

После проведения эксперимента и получения полной выборки, проведена статистическая обработка данных, проверена однородность дисперсий по критерию Фишера. Оказалось, что дисперсии неоднородны. Проверка средних значений по критерию Стьюдента для выборок с неоднородными дисперсиями показала, что между средними двух выборок нет статистически значимой разницы.

На основе расчетов поставов по разработанной программе проведен анализ выхода необрезных пиломатериалов толщиной 50 мм из бревен разных диаметров и сбежистости. По полученным уравнениям регрессии построены графики зависимости объемного выхода необрезных пиломатериалов от толщины и сбега бревен (Рис. 2,3)

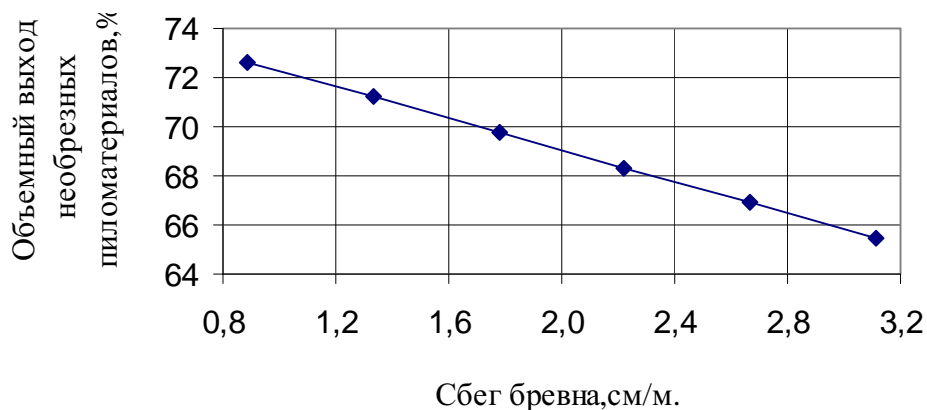


Рис.2. Зависимость объемного выхода пиломатериалов от сбега бревен

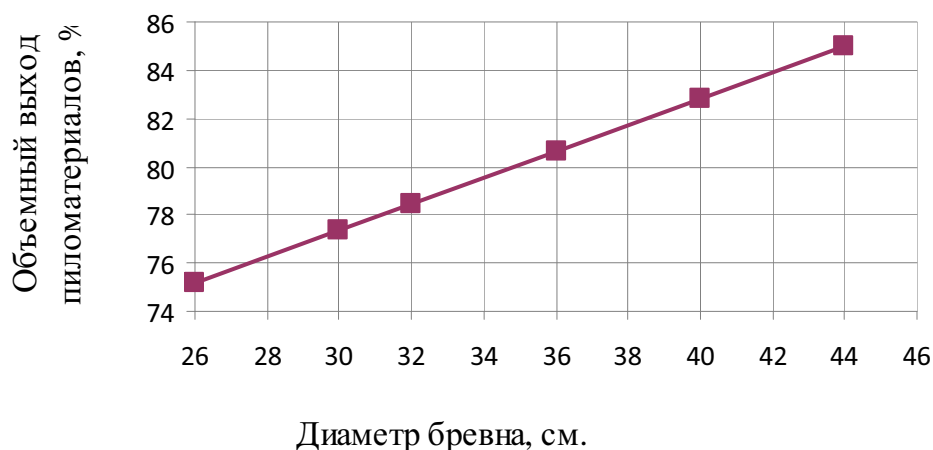


Рис.3. Зависимость объемного выхода пиломатериалов от диаметра бревен

Из приведенных графиков можно сделать вывод, что при использовании только цилиндрической зоны бревна с увеличением сбега сырья объемный выход необрезных пиломатериалов уменьшается, что приводит к перерасходу сырья.

Разработанное программное обеспечение для контроля технологического процесса и расчета объемного выхода обрезных и необрезных пиломатериалов позволяет оперативно определить размеры полученных досок согласно заданной спецификации и объемный выход пилопродукции из сырья. Разработанный блок программы по определению стоимости полученных пиломатериалов дает возможность более широкого использования программы на производстве.

REFERENCES:

1. Фельдман Х.Л. 1932: Система максимальных поставов. М.: 276 с.
2. Аксенов П.П.,Макарова Н.С.,Горохов И.К.,Тюкина Ю.П 1976 Технология пиломатериалов. М.: Лесн. пром-сть.480 с.
3. Томашевский В. М. 2005:.. Моделирование систем. - К.: ВНУ, .- 352 с.
4. Кирьянов Д 2006 Mathcad 13: ВХВ-Петербург: 598с.
5. Рыкунин С.Н.,Тюкина Ю.П., Шалаев В. С 2003: Технология лесопильно-деревообрабатывающих производств М: Изд-во МГУЛ, 221 с.
6. Коваль В.С, Пінчевська. О.О 2010: Складання та розрахунок поставів для виробництва пиломатеріалів Київ: Аграр Медіа Груп, 100 с.

Streszczenie: Artykuł skupia się na rzeczywistej produkcji tarcicy z obliną oraz czynników na nią wpływających. Opracowano algorytmy oraz stworzono program w środowisku MathCAD obliczający optymalne plany przetarcia oraz pozwalający wprowadzić je w określone uwarunkowania techniczne oraz ekonomiczne.

Corresponding authors:

Valeri Koval, Tatjana Koval,
Department of Wood Processing
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kyiv, vul.Geroiv Oborony 15,03041, Ukraine
wskoval 42@rambler.ru