

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630*905.2.001.57

**ПРИМЕНЕНИЕ
МЕТОДОВ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ
ПРИ ОБОСНОВАНИИ ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МЯГКОЛИСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ
В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР**

*И. С. ОЛЬШАНСКИЙ, Л. М. КИТАЙНИК, Ю. Н. ПЕРЕЛЬМУТЕР,
С. М. СПРИНЦЫН*

Московский лесотехнический институт
ЦНИИМЭ, ВНИПИЭИлеспром

В последние годы обострилось положение с обеспечением народного хозяйства лесоматериалами, что связано в основном с истощением в европейской части страны запасов спелой хвойной древесины, на которую главным образом ориентирована переработка, и затруднениями с доставкой древесины из районов восточнее Урала.

Многолетняя экстенсивная эксплуатация хвойных лесов привела к необходимости сокращения отпуска леса. Так, с 1975 г. по 1981 г. расчетная лесосека по хвойному хозяйству в европейской части страны уменьшилась на 7,3 млн. м³. При этом по ряду областей (Вологодская область, Карельская и Коми АССР) по-прежнему сохраняет переруб расчетной лесосеки.

Между тем, в лесах европейской части страны сосредоточены значительные запасы мягколиственной древесины, которые оцениваются в 5 млрд. м³, что составляет свыше 40 % общесоюзного запаса этого вида древесного сырья. Эти ресурсы используются сегодня только на 60 %, что приводит к ежегодному недорубу 40 млн. м³. Однако при недорубах собственной расчетной лесосеки в ряде областей осуществляется завоз древесины в значительных размерах, что приводит к большим транспортным издержкам. В этом отношении характерен Центральный район, где общая расчетная лесосека по мягколиственному хозяйству недоиспользуется на 4,7 млн. м³, а завоз древесины составил 3,7 млн. м³.

На недостаточное использование мягколиственной древесины влияют две группы факторов: неуправляемые, т. е. природные (относительно низкое качество древесины в растущем дереве, склонность к короблению, разбуханию, раскалыванию, трудности окорки) и управляемые, т. е. экономические факторы (высокая трудоемкость обработки, несовершенство ценностных соотношений на сырье и продукцию и т. п.).

Природные особенности мягколиственной древесины до недавнего времени создавали труднопреодолимые технологические проблемы, однако при современном развитии химической и химико-механической переработки мягколиственная древесина с успехом может быть использована для выработки самой различной продукции (табл. 1).

Общее потребление мягколиственной древесины на переработку увеличилось на 6,8 млн. м³, а наиболее существенно — в 1,5—2 раза — ее потребление возросло в целлюлозно-бумажной промышленности и производстве древесных плит.

Таблица 1
Использование мягколиственной древесины на переработку
за 1975—1981 гг., млн. м³

Вид переработки	1975 г.	1981 г.	1981 г. к 1975 г., %
Лесопиление и таропиление	24,0	24,3	101,3
Фанера и спички	7,0	7,2	102,4
Целлюлозно-бумажное производство	3,6	5,3	147,2
Производство ДСП	3,3	6,5	197,0
» ДВП	1,2	2,0	166,7
Гидролизное производство	1,6	1,2	75,0
Прочая переработка	4,0	5,0	125,0
Всего	44,7	51,5	113,4

Одним из основных факторов, препятствовавших до недавнего времени увеличению использования мягколиственной древесины, была ее недостаточная экономическая эффективность. Однако исследованиями последних лет [1, 3, 4] доказана по меньшей мере равная эффективность переработки мягколиственной и хвойной древесины в различных направлениях. Более того, ее использование в производстве целлюлозы и древесных плит при меньшей стоимости сырья обеспечивает получение конечной продукции, одинаковой по свойствам с продукцией из хвойной древесины, и, следовательно, делает целесообразным увеличение потребления мягколиственной древесины.

Возникающая в этой связи проблема может быть сформулирована, таким образом, как определение тенденции оптимального использования мягколиственной древесины на перспективу. Она тесно связана с рядом макроэкономических проблем: использование природных, трудовых и материальных ресурсов, территориально-производственное планирование и т. д. Мы придерживаемся точки зрения, что учет такого рода взаимосвязей (макропроблема — локальная проблема) может быть осуществлен путем введения экзогенных, т. е. внешних по отношению к локальной проблеме критериев (трудозатраты, капиталовложения, текущие затраты, объем заменяемых ресурсов круглого леса и т. д.). Все сказанное требует многокритериального подхода к исследованию. Возникающие частные задачи требуют того же подхода.

В данной работе использован метод уменьшения неопределенности входных параметров задачи, основанный на анализе малых статистических выборок [2]. Все параметры в общем случае задаются интервалами верхних и нижних значений уровней. Интервальное задание исходных данных обуславливает соответствующую структуру математической модели и приемы анализа полученного решения.

Рациональные альтернативы использования лиственной древесины должны удовлетворять следующим основным требованиям (в дальнейшем множество всех требований обозначается через \hat{Y}):

- 1) учет общего объема вовлекаемых в производство лесосырьевых ресурсов;
- 2) соблюдение пропорций между отдельными видами ресурсов;
- 3) баланс взаимозаменяемых ресурсов по видам продукции;
- 4) обеспечение объемов производства по всем видам продукции не ниже достигнутого в настоящее время уровня;
- 5) учет лимитов выделяемых экзогенных ресурсов (при необходимости);

6) локальная оптимальность по одному или нескольким экзогенным или эндогенным (внутрипроблемным) критериям.

В этой связи рассмотрим используемое в задаче понятие рациональной альтернативы.

Рациональные альтернативы A , описывающие возможную структуру использования ресурсов лиственной древесины по направлениям x_{ij} , должны удовлетворять перечисленным основным требованиям 1—6, множество которых обозначается через \hat{Y} .

Альтернативой при этом считается точка $A = (x_{ij})$ в пространстве управляемых переменных. Через $\hat{Y}(A, S)$ обозначим подмножество \hat{Y} , состоящее из требований 1—6 при реализации конкретных значений норм расхода сырья и удельных значений внепроблемных параметров $s \in S$. Следовательно, $\hat{Y}(A)$ — подмножество требований, выполняющихся для A при всех возможных внепроблемных требованиях. Тогда альтернатива A будет гарантированной, если $\hat{Y}(A) = \hat{Y}$, однако наличие неопределенностей в значениях входных параметров делает такую ситуацию мало реальной.

В связи с этим вводится понятие степени гарантированности альтернативы, определяемое следующим образом. Каждую пару (A, S) изучают с точки зрения нежелательных последствий, обусловленных невыполнением требований из $\hat{Y}(A, S)$. Намечают проблемы, связанные с этими последствиями. Составляют список указанных проблем, возникающих при просмотре всех альтернатив и внешних параметров. Выбирают критерии для количественной и ранговой оценки каждой из проблем (например, процент снижения достигнутого уровня, коэффициент недоиспользования ресурсов и т. п.). Эти критерии присоединяют к исходному перечню критериев, принятых для оценки альтернатив, после чего каждой из них ставят в соответствие значение (интервал значений) указанных критериев, образующихся при вариации «состояний природы» (если какая-либо из проблем не возникает для данной альтернативы, в соответствующей графе принимают «идеальное» значение критерия, отвечающее за отсутствие проблемы).

Рассмотрим математическую модель задачи. Приняты условные обозначения: i — индекс вида продукции; j — индекс вида ресурсов; P — современная структура продукции; γ — структура ресурсов сырья; Q — общий объем ресурсов; τ — трудоемкость производства единицы продукции; η — нормы расхода сырья на производство единицы продукции; K — удельные капитальные вложения; C — себестоимость единицы продукции; E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; $C + E_n K$ — приведенные затраты на производство единицы продукции; C_T — затратно-емкость продукции; K_T — капиталоемкость продукции; x_{ij} — выпуск продукции вида i из сырья вида j ; V_y — объем заменяемых ресурсов делового круглого леса; Z — превышение расчетных объемов над современными.

Применяются дополнительные обозначения: \underline{X} — нижняя граница параметра; \bar{X} — верхняя граница параметра; \tilde{X} — ограничение на параметр; X^L — удельные значения критериев; X^* — оптимальное значение параметра, а также комбинированные производные обозначения $\tilde{\underline{X}}$, $\tilde{\bar{X}}$, \tilde{X}^* , \tilde{X}^* , смысл которых ясен из сказанного. В данном случае

X — любое произвольное обозначение.

Балансовые ограничения на:
продукцию

$$\sum_j x_{ij} \eta_{ij} - Z_i = P_i \quad (i \in I); \quad (1)$$

пропорции ресурсов

$$\sum_i x_{ij} (\sum_{ij} x_{ij})^{-1} \leq \gamma_j \quad (\overline{j=1, NR}); \quad (2)$$

общий объем ресурсов

$$\sum_{ij} x_{ij} = Q; \quad (3)$$

ресурсы по направлениям использования

$$x_{ij} \leq R_{ij} \quad (i \in I; j \in J) \quad (4)$$

Критериальные экзогенные ограничения:

лимиты

$$\sum_i (P_i + Z_i) X_i^L \geq X; \quad (5)$$

уступки от соответствующих экстремальных значений

$$\sum_i (P_i + Z_i) X_i^L \geq X^L (1 \pm \delta); \quad (6)$$

относительные отклонения от соответствующих экстремальных значений

$$\frac{\sum_i (P_i + Z_i) X_i^L}{X^L} \geq U. \quad (7)$$

Критериальные внутрипроблемные ограничения:

уступки

$$P_i + Z_i \geq (P_i + Z_i)^* (1 - \delta); \quad (i \in I) \quad (8)$$

относительные отклонения (а также гарантированный прирост продукции)

$$\frac{P_i + Z_i}{P_i} \geq W \quad (i \in I). \quad (9)$$

Критерии:

внепроблемные показатели (абсолютные значения)

$$\sum_i (P_i + Z_i) X_i^L \rightarrow \text{extr}; \quad (10)$$

вовлекаемые ресурсы

$$\sum_{ij} X_{ij} \rightarrow \text{extr}; \quad (11)$$

минимаксные:

связанный с многокритериальной оптимизацией

$$U \rightarrow \text{extr}; \quad (12)$$

связанный с приростом продукции

$$W \rightarrow \text{extr}. \quad (13)$$

В предложенной модели учтены возможности введения показателей как в ограничения, так и в критерии.

При решении задачи определения оптимальных альтернатив использования ресурсов мягколиственной древесины принята следующая совокупность критериев, состоящая из шести групп: абсолютные значения экзогенных критериев ($K, C, C + E_n K, \tau$); удельные значения экзогенных критериев (на единицу общего объема вовлеченных ресурсов); абсолютные значения эндогенных критериев ($P_i + Z_i, T$ — товарная продукция, V_y — объем условно заменяемых ресурсов круглого леса); удельные значения эндогенных критериев; дополнительные производные критерии ($K_T = \frac{K}{T}, C_T = \frac{C}{T}$); критерии, связанные с учетом интервальной неопределенности. В качестве значений критериев первых пяти групп для любой альтернативы A принимаются оптимумы этих значений на множестве $A \times S$.

Критерии последней группы соответствуют степени гарантированности альтернативы.

В соответствии с разработанной математической моделью и на основе сформированных массивов исходных данных проведены расчеты на ЭВМ ЕС-1022 с использованием стандартных и специально разрабо-

Таблица 2

Альтернативы оптимальной структуры использования мягколиственной древесины при «верхнем» уровне норм выхода продукции

Продукт, критерий	Альтернативы, оптимальные по критериям							
	\bar{K}	\bar{C}	$\overline{C + E_n K}$	\bar{C}	\underline{K}	$\underline{C + E_n K}$	\underline{C}	$\underline{\tau}$
Пиломатериалы, млн. м ³	10,76	8,90	10,85	10,85	10,85	10,85	10,85	10,76
Фанера »	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
Целлюлоза, млн. т	1,47	2,36	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
ДСП, млн. м ³	4,77	1,53	1,53	1,53	9,06	1,53	1,53	1,53
ДВП, млн. м ²	119,6	119,6	119,6	119,6	119,6	119,6	119,6	119,6
Гидролиз, млн. т	0,346	0,791	0,757	0,757	0,025	0,757	0,757	0,768
\bar{K} , млн. р.	6028	7217	6255	6255	6101	6255	6255	6259
C »	1838	1907	1800	1800	2011	1800	1800	1801
$\overline{C + E_n K}$ »	2742	2990	2738	2738	2926	2738	2738	2740
$\bar{\tau}$, млн. чел.-ч	193,8	175,9	179,2	179,2	217,4	179,2	179,2	178,9
\underline{K} , млн. р.	4678	5711	4952	4952	4672	4952	4952	4961
\underline{C} »	1421	1403	1295	1295	1656	1295	1295	1296
$\underline{C + E_n K}$ »	2123	2259	2038	2038	2356	2038	2038	2040
$\underline{\tau}$, млн. чел.-ч	91,4	90,0	88,1	88,1	99,5	88,1	88,1	88,1
\bar{C}_T , р./р.	1,01	0,98	1,05	1,05	0,98	1,05	1,05	1,05
\bar{K}_T »	3,32	3,72	3,64	3,64	2,96	3,64	3,64	3,63
\underline{C}_T »	0,78	0,72	0,75	0,75	0,80	0,75	0,75	0,75
\underline{K}_T »	2,58	2,95	2,88	2,88	2,27	2,88	2,88	2,88

танных программ по определению оптимальной структуры использования ресурсов мягколиственной древесины в европейской части СССР.

Полученные группы решений отличаются прежде всего объемом вовлекаемых в переработку ресурсов мягколиственной древесины — 51, 68 и 72 млн. м³, что может соответствовать опорным годам предстоящих трех пятилеток.

Расчеты проведены по основным направлениям использования ресурсов: лесопилению, производству фанеры, ДСП, ДВП, целлюлозы и гидролизному.

Конечный результат исследования выражен вариантами оптимальной структуры использования ресурсов мягколиственной древесины в европейской части СССР. Они представляют собой наборы искомым переменных, т. е. видов продукции, которым соответствуют свои качественные параметры (капитальные и текущие затраты, трудо-, капиталоемкость и т. п.) — табл. 2. Полученные решения обеспечивают снижение капитальных и текущих затрат на единицу используемого ресурса на 4—6 %. Они позволяют также снизить затратно-капиталоемкость по сравнению с существующим уровнем на 8—12 % в зависимости от варианта.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Аткингов М. А. Экономика использования лиственной древесины в целлюлозно-бумажной промышленности. — М.: Лесн. пром-сть, 1976. — 102 с. [2]. Гаспаров Д. В., Шаповалов В. И. Малая выборка. — М.: Статистика, 1978. — 248 с. [3]. Перепечин Б. М., Рапопорт А. М. Мягколиственная древесина и ее использование. — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1978. — 44 с. [4]. Спринцын С. М. Современные проблемы использования мягколиственной древесины в европейской части страны. — В кн.: Проблемы повышения эффективности и качества в лесной и деревообрабатывающей промышленности. М.: ВНИПИЭИлеспром, 1981.

Поступила 18 апреля 1984 г.

УДК 630*905.2.003

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

К. И. ШЕТИНИНА, Н. С. ЛАДОДО

Ленинградская лесотехническая академия

Современный объем лесозаготовок в Ленинградской области составляет по главному пользованию (без совхозно-колхозных лесов) около 4,8 млн. м³ (в лесах I группы 0,8 млн. м³, II — 4,0 млн. м³). Кроме того, в порядке промежуточного пользования ежегодно заготавливается около 1 млн. м³ древесины.

Лесоустройством определена расчетная лесосека по главному пользованию 7,2 млн. м³ и ежегодный объем промежуточных рубок 1,8—2,0 млн. м³. Следовательно, объемы лесозаготовки могут быть увеличены на 2,4 млн. м³ по главному пользованию (1,5 млн. м³ — по II группе и 0,9 млн. м³ — по I группе лесов) и на 1 млн. м³ по промежуточному пользованию. Таким образом, резерв роста объема лесозаготовок в Ленинградской области составляет около 3,4 млн. м³.

В настоящее время потребности перерабатывающих производств Ленинграда и области удовлетворяются, помимо собственных источников сырья, за счет ежегодного ввоза из других районов страны более 2,5 млн. м³ древесины. Причина такого положения заключается, пре-