

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ КОНЦЕНТРАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ И ПУНКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

Бурмистрова О.Н., Пильник Ю.Н.

ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет» (169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, 13), ypilnik@mail.ru

В статье приводится обоснование оптимальных вариантов комплексного использования древесных ресурсов и принципов концентрации транспортных потоков низкокачественного древесного сырья (НКД). Рассмотрены целевые функции оптимизации уровня концентрации обработки низкокачественной древесины по критерию $T \max$ и по критерию $\min R$. Установлен векторный критерий оптимизации, где первый частный критерий оценивает транспортные факторы, второй – технологические, третий – общую эффективность системы транспортных связей предприятий при концентрации обработки низкокачественной древесины, последний – степень вовлечения в переработку дополнительных ресурсов древесного сырья и эффективность его использования для получения наиболее ценной продукции. Экономическая эффективность формирования транспортных потоков НКД зависит от технологических особенностей производств, перерабатывающих их.

Ключевые слова: целевая функция, транспортный поток, концентрация, низкокачественная древесина, комплексное использование.

MODELING PRINCIPLES OF CONCENTRATION POINTS TRAFFIC FLOW AND PROCESSING OF WOOD

Burmistrova O.N., Pilnik Y.N.

FGBOU VPO "The Ukhta state technical university" (169300, Komi Republic, Ukhta, Pervomayskaya St., 13), ypilnik@mail.ru

The article provides a comprehensive study of optimal variants use of wood resources and the principles of concentration of traffic flows of low-quality wood raw material (ACI). Considered objective functions optimizing the concentration level of processing low-quality wood by $T \max$ and by $\min R$. Established vector optimization criterion, where the first partial criterion assesses transport factors, the second - the technological, the third - the total system efficiency of transport links at a concentration of enterprises processing low-quality wood, last - the degree of inclusion of additional resources of wood raw material and efficiency of its use to produce the most valuable products. Economic efficiency of formation of ACI traffic flows depends on the technological features of production, processing them.

Keywords: objective function, traffic flow, concentration, low-grade wood, comprehensive utilization.

Распределение ресурсов древесного сырья по сложившимся потребителям и возможным вновь организуемым перерабатывающим производствам должно удовлетворять следующим условиям:

- предприятия снабжаются такими видами древесного сырья, которые определяются как наилучшее соотношение компонентов представленного ниже критерия оптимальности;
- обеспечивается наивысше возможный уровень коэффициента использования производственных мощностей на действующих и вновь организуемых предприятиях;
- должна быть обеспечена минимизация затрат на доставку сырья от поставщиков к потребителям;
- вновь организуемые предприятия, утилизирующие ранее неиспользуемые виды сырья, должны размещаться в наиболее выгодных, с точки зрения отмеченных условий, местах.

Критерием оптимизации является сумма прибыли на всю массу древесного сырья, используемого в регионе.

Сумма прибыли по отдельному производству определяется по следующей формуле:

$$P_{jk} = T\Pi_{jk} (Z_k^{np} - C_{jk}^o) - \sum_{di} X_{idjk} (C_\alpha^c + t_{ij}) , \quad (1)$$

где P_{jk} - прибыль k -го вида производства, расположенного в j -м пункте региона;

T_{jk} - объем товарной продукции этого производства;

Z_k^{np} - цена единицы товарной продукции k -го вида производства;

C_{jk}^o - затраты на обработку на единицу продукции;

X_{idjk} - объем сырья d -го вида, поступающего в переработку в k -е производство в j -м пункте от i -го заготовителя;

C_α^c - цена франко-пункта отправления единицы d -го вида сырья;

t_{ij} - тариф на перевозку единицы сырья.

Выражение $\sum_{di} X_{idjk} (C_\alpha^c + t_{ij})$ представляет собой стоимость сырья, поступающего в переработку.

Качественный состав сырья влияет на данный критерий не только через цены на сырье C_α^c , но и посредством нормы выхода готовой продукции из сырья d -го вида. Это отражается следующей зависимостью:

$$T\Pi_{jk} = \sum_{id} X_{idjk} \rho_{dk} , \quad (2)$$

где ρ_{dk} - норма выхода готовой продукции из сырья вида в k -м производстве.

Оптимизация на основе принятого критерия позволяет учесть основные компоненты, формирующие себестоимость продукции.

Критерий оптимизации для действующих производств региона будет иметь вид:

$$P_1 = \sum_{jk} P_{jk} , \quad (3)$$

Для вновь организуемых производств, утилизирующих неиспользуемые виды древесного сырья, критерий формируется на основе следующих положений. Для каждого вида производства определены несколько (n) типовых мощностей, которые могут быть размещены в пределах региона. Установлены наиболее целесообразные пункты их размещения (m пунктов). В этом случае критерий оптимизации размещения указанных типовых мощностей в данных пунктах будет выглядеть следующим образом:

$$P_2 = \sum_{mkn} \eta_{mkn} P_{mkn} , \quad (4)$$

где η_{mkn} - целое число, принимающее значение 1, если в оптимизационных расчётах будет установлено, что n -ю типовую мощность k -го вида производства целесообразно разместить в пункте m , и 0 – в противном случае.

В итоге общий критерий оптимизации в указанных условиях примет вид:

$$P = P_1 + P_2 = \sum_{jk} P_{jk} + \sum_{mkn} \eta_{mkn} P_{mkn} \quad (5)$$

Возможности обеспечения действующих и вновь организуемых мощностей древесным сырьем за счет ресурсов региона обуславливаются их наличием и доступностью.

Общие древесные ресурсы каждого лесфондодержателя включают в себя используемое древесное сырье и резервы, освоение которых до настоящего момента признавалось нецелесообразным. Наличие данных по освоенной и неосвоенной частям лесосырьевых ресурсов позволяет математически формализовать распределение древесного сырья.

На предприятиях необходимо эффективно использовать весь объем древесного сырья, однако перевозки неликвидного, низкокачественного сырья НКД почти отсутствуют.

Это зависит от следующих факторов [1]:

- характера распределения различных видов НКД по предприятиям;
- территориального размещения лесных складов;
- характеристики транспортной сети региона;
- степени совершенства транспортных средств перевозки низкокачественной древесины;
- направлений переработки НКД в пунктах её концентрации.

Оптимальные транспортные условия концентрации перевозок НКД в пункты переработки определяются следующей задачей. Известны ресурсы i -го вида НКД в d -м лесозаготовительном и j -м деревообрабатывающем предприятии $Z_{mp}^{(Hd)}$, $Z_{mp}^{(Hd)H}$ и удельные затраты на сбор этого древесного сырья $Q_{ij}(g)$ и Q_{ig} . Известны существующие мощности по переработке отдельных видов НКД и возможности увеличения их переработки в результате реконструкции производства.

Исходя из объема ресурсов задаются варианты мощности по переработке i -го вида НКД Q_{ij}^H и Q_{ig}^H . Для каждого предприятия определены удельные величины условно-постоянных и пропорциональных частей приведенных затрат на переработку i -го вида низкокачественной древесины Z'_{mexig} , Z''_{mexig} , Z'_{mexij} , Z''_{mexij} .

Известны территориальная структура потребления продуктов переработки низкокачественной древесины в регионе Q_g^H ; $(l_{1g}, \dots, l_{jg}, \dots, lN_{ng})$ - удельные затраты на

перевозку i -го вида низкокачественной древесины k -м способом (на k -м виде транспорта) $Z_{типик}^{Hg}$ и продуктов её переработки $Z_{типик}^H$.

Требуется определить оптимальные транспортные условия концентрации каждого вида низкокачественной древесины в регионе Q_{ig}^{Hg} и соответствующие объемы её переработки в различные виды продукции в зависимости от величин затрат на сбор, транспорт сырья Z_{mp}^{Hg} и переработку его Z_{tex}^i, Z_{tex}^n , от различий в качестве сырья, объемов его сосредоточения в предприятиях.

Из общего числа реальных вариантов перевозок сырья между соответствующими двумя предприятиями (из общего числа $(N_n + N_g)$ определяется маршрут l_{ig} , обеспечивающий $\min R_{jg}$. В совокупности все величины l_{ig} представляют оптимальную транспортную сеть в регионе для перевозки низкокачественного сырья из каждого j -го предприятия ($j = (N_n + N_g) - 1$) на каждое g -е предприятие

Изменение критерия R по вариантам концентрации обработки низкокачественной древесины происходит из-за возрастания объемов перевозок этих ресурсов и увеличения расстояний перевозок с ростом степени концентрации производства.

Целевая функция оптимизации уровня концентрации обработки низкокачественной древесины по критерию $\max \Pi$ имеет вид:

$$\Pi = \frac{\sum_{j=1}^{N_n} \sum_{i=1}^{N_{ngj}} \Pi(m, n_g, p, r)}{\sum_{j=1}^{N_n} 1} \rightarrow \max \Pi, \quad (6)$$

где N_{ngj} – число технологических потоков в j -м предприятии;

m, n_g, p, r – параметры компоновочных схем технологических потоков.

Теоретической основой определения рациональных транспортных условий концентрации обработки низкокачественной древесины в регионе является минимизация суммарных денежных затрат на сбор этих ресурсов в каждом предприятии, транспорт их в пункты переработки, обработку и доставку потребителям за счет:

- рационального формирования и распределения транспортных потоков этой древесины;
- рационализации структурных схем технологических потоков, обрабатывающих эту древесину, и внедрения новых изделий из неё.

В данном случае векторный критерий оптимизации будет иметь вид :

$$\Theta = (\min R, \max \Pi, \min Z_{np}, \max T) . \quad (7)$$

Здесь первый частный критерий оценивает транспортные факторы, второй – технологические, третий – общую эффективность системы транспортных связей предприятий при концентрации обработки низкокачественной древесины, последний – степень вовлечения в переработку дополнительных ресурсов древесного сырья и эффективность его использования для получения наиболее ценной продукции.

Целевая функция оптимизации уровня концентрации переработки низкокачественной древесины по критерию $\min R$ имеет вид:

$$R = \sum_{j=1}^{N_a} \sum_{q=1}^{N_{np}} \sum_{i=1}^{N_c} \sum_{k=1}^{N_d} Q_{j q i k l j q} \rightarrow \min . \quad (8)$$

Общий объем дровяной древесины с содержанием гнили от значения $P_{ск1}$ до значения $P_{ск2}$, используемый для переработки в технологическую щепу или другую продукцию, на основе интегральной функции бета-распределения определяется по формуле:

$$Q_{qp} = \sum_{i=1}^3 Q_{qpi}^{(\Gamma)} \left[\frac{1}{P_{\Gamma Kmax}} \times \frac{\Gamma(\gamma_i + \eta_i)}{\Gamma(\gamma_i) \Gamma(\eta_i)} \int_{P_{\Gamma K1}}^{P_{\Gamma K2}} \left(\frac{x}{P_{\Gamma Kmax}} \right)^{\gamma_i - 1} \left(1 - \frac{x}{P_{\Gamma Kmax}} \right)^{\eta_i - 1} dx \right], \quad (9)$$

где $P_{\Gamma K}$ – процентное содержание гнили (или на основе фактических данных по каждому предприятию).

Технологические потоки предприятий должны предусматривать разделку долготья (в случаях необходимости), подсортировку сырья отдельных видов. На стадии раскряжевки хлыстов низкокачественную древесину также необходимо подготавливать для последующей комплексной переработки. Объемный выход низкокачественной древесины зависит преимущественно от товарности и породного состава насаждений. Средний выход низкокачественной древесины по предприятиям региона составляет 27%.

Исследованиями установлена зависимость между объемом вывозимой стволовой древесины и количеством образующихся древесных отходов.

Требование минимизации суммарных удельных приведенных затрат имеет вид:

$$\sum \left(\frac{C_{ij} + EK_{ij}}{Q_{ij}} \right) \rightarrow \min; (i, j) \in M, \quad (10)$$

где C_{ij} , K_{ij} – эксплуатационные и капитальные затраты на доставку леса и лесоматериалов из узла в узел j (в терминах теории потоков и сетей);

Q_{ij} – объёмы переработки низкокачественной древесины, соответствующие состоянию сырья i в продукцию, характеризуемую состоянием j ;

M – множество всех машин, включая условные.

Для условных машин $C_{ij} = 0, K_{ij} = 0$, а техническая производительность. $\Pi_{ij} = \infty$.

Экономическая эффективность формирования транспортных потоков НКД зависит от технологических особенностей производств, перерабатывающих их. В тех предприятиях, где объемы переработки низкокачественной древесины незначительны, рост эффективности получается за счёт рационализации структурных схем технологических потоков и переориентировании производства на выпуск прогрессивных видов конечной продукции.

Известно [2], что при увеличении уровня концентрации потоков до 30-35% относительный объем перевозок возрастает с 30 до 33%, среднее расстояние перевозок с 20 до 23 км. Дальнейшее возрастание концентрации от уровня 30-35% ведет к резкому увеличению среднего расстояния доставки сырья. В регионе при уменьшении числа пунктов доставки всей НКД до 10-15 происходит увеличение концентрации транспортных потоков НКД в регионе по минимальному увеличению среднего расстояния доставки (и объема грузовой работы транспорта), что соответствует уровню концентрации 30-35%, при этом число предприятий, перерабатывающих НКД, приближается к 20, а средний коэффициент использования транспортно-технологических потоков – 0,85 [4].

Список литературы

1. Коробов В.В., Брик М.И., Рушинов И.П. Комплексная переработка низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок. – М. : Лесная промышленность, 1978. – 271 с.
2. Лобовников Т.С., Петров А.П. Экономика комплексного использования древесины. – М. : Лесная промышленность, 1976. – 168 с.
3. Макеев В.Н., Сушков С.И. Общие теоретические положения формирования грузопотоков и размещение пунктов переработки древесины в лесных предприятиях ЦЧР / Воронежск. лесотех. ин-т. – Воронеж, 1992. – 19 с.
4. Нежировский А.С., Юдин Д.Б. Сложность задач и эффективность методов оптимизации. – М. : Наука, 1979. – 383 с.
5. Никитов Б.Д. Комплексное использование древесины. – М. : Лесная промышленность, 1985. – 264 с.

Рецензенты:

Павлов А.И., д.т.н., профессор кафедры лесных, деревообрабатывающих машин и материаловедения ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г.Ухта.

Сушков С.И., д.т.н., профессор кафедры технологии машин и лесозаготовок ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта.