

УДК 630.383

ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СВЯЗЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

Е.Т. Батищев

ГОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж

Рецензент д-р техн. наук, профессор В.П. Подольский

Ключевые слова и фразы: лесоматериалы; лесоуправление; оптимизация; транспортные связи.

Аннотация: Рассмотрена задача оптимизации транспортных связей предприятий лесного комплекса. Проведен анализ нестационарности, взаимозависимости, последствия в транспортных и технологических процессах лесной промышленности и дана оценка их влияния на показатели эффективности производства.

В современном мировом лесном секторе концепция устойчивого лесоуправления и лесопользования приобретает все более важное значение. Ответственное устойчивое управление цепочкой производства продукции – от леса до конечного потребителя – предполагает тесное взаимодействие в рамках всех этапов цепочки, объединяющее лесопользователей, производителей целлюлозы и бумаги, ученых, конечных потребителей.

Недостатки в развитии региональных транспортных связей предприятий лесного комплекса в известной мере определяются слабой разработкой вопросов взаимосвязи вывозки заготовленных лесоматериалов, поставки их на деревообрабатывающие предприятия, перевозки различных лесоматериалов между предприятиями и технологии первичной их обработки в едином транспортно-технологическом процессе всего региона.

Рассматривая задачу оптимизации транспортных связей предприятий, необходимо иметь в виду, что оптимальная транспортная сеть должна соответствовать эффективным условиям перевозки различных конкретных видов лесных грузов, причем таких, которые в регионе трудно, а порой и невозможно привести к одному виду (с помощью коэффициентов соизмерения). Оптимальная система транспортных связей предприятий должна соответствовать эффективной концентрации транспортных потоков, разумным объемам поставки хлыстов на склады сырья деревообрабатываю-

Батищев Егор Тихонович – аспирант кафедры транспорта леса и инженерной геодезии, e-mail: rivenelasoul@mail.ru, ГОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж

щих предприятий, целесообразной специализации транспортно-технологических потоков. В конечном счете, такая система транспортных связей должна способствовать повышению уровня комплексного использования древесины.

Совершенствование транспортных связей предприятий лесного комплекса выдвигает необходимость дополнительных исследований динамики развития транспортно-технологических процессов во времени. Необходимы анализ нестационарности, взаимозависимости, последствий в транспортных и технологических процессах лесной промышленности и оценка их влияния на показатели эффективности производства.

Общая математическая постановка – наиболее важный этап в решении всякой оптимизационной задачи, она осуществляется в следующей последовательности: формирование цели и общий анализ задачи оптимизации; разработка математических моделей элементов системы транспортных связей на предприятиях; обоснование и выбор критериев оптимизации; выбор методов оптимизации.

Система транспортных связей в любом лесопромышленном предприятии (их m типов: леспромхозы, лесокомбинаты, производственные объединения, деревообрабатывающие комбинаты), каждое из которых состоит из $N_{пр}$ участков, характеризующихся производственными q и экономическими e параметрами, может реализоваться по различным вариантам при соответствующей организации работ, характеризуемой параметрами w . По каждому направлению на расстояния l могут перевозиться N_r видов лесных грузов (дерева, хлысты смешанные или рассортированные по размерно-качественным параметрам, ресурсы низкокачественной древесины, различные лесоматериалы и другая продукция) объемами Q на N_a типах транспортных средств [1].

Каждый вариант системы транспортных связей предприятий определяется величинами главных параметров – совокупностью направлений и расстояний транспортировки лесоматериалов, км,

$$A_{тс1}, A_{тс2}, \dots, A_{тсr}; \quad r = 1, 2, \dots, N_e,$$

и распределением видов лесных грузов по направлениям перевозок

$$\sum_{A_{т1}^{(r)}}^{N_Q}, \sum_{A_{т2}^{(r)}}^{N_Q}, \dots, \sum_{A_{тz}^{(r)}}^{N_Q}; \quad z = 1, 2, \dots, N_r.$$

На систему транспортных связей предприятий, кроме главных транспортных параметров $A_{тсr}$ и $A_{тz}$, существенное влияние оказывают и технологические параметры распределения объемов обработки леса по различным предприятиям региона

$$A_{тех1}, A_{тех2}, \dots, A_{техr}; \quad r = 1, 2, \dots, (N_n + N_g).$$

Каждый вариант системы транспортных связей предприятий осуществляется при определенных величинах параметров транспортных схем l и потоков лесных грузов λ . Система транспортных связей, осуществляемая с помощью транспортных средств с параметрами A при эксплуатационных параметрах машин V и структурно-компоновочных параметров

линий p , реализуется с определенной эффективностью, характеризуемой критериями оптимизации.

Задача заключается в том, чтобы среди допустимых значений главных транспортных параметров $A_{тс}$ и $A_{тг}$, с учетом влияния существенных технологических параметров $A_{тех}$ и всех остальных групп параметров (e, λ, w, V, p, l) , найти такие их значения при определенных величинах параметров транспортных средств A , которые при заданных значениях независимых производственных параметров q и фиксированных величинах зависимых экономических параметров e обусловят экстремальные значения критериев оптимизации.

При выборе экономических критериев оптимизации исходим из следующих положений. Главная цель оптимизации региональных транспортных связей предприятий – найти наиболее эффективное решение, предусматривающее рациональное распределение объемов вывозки и обработки лесоматериалов и максимальную эффективность использования производственных мощностей при условии повышения уровня комплексной переработки древесины во всех предприятиях региона. Согласно этой цели формулируется основной критерий оптимизации системы региональных транспортных связей лесопромышленных предприятий – обеспечение ее функционирования с наименьшими совокупными затратами труда по всему транспортно-технологическому процессу, измеряемыми денежными единицами. Поэтому основным критерием оптимизации считаем минимум приведенных затрат $p \min Z_{пр}$.

Векторный критерий оптимизации:

$$\Theta = \{ \min Z_{пр}, \max \Pi_p, \min T, \max R, \min \Sigma \tau_3, \max L_i, \min t_n \} = \\ = U(q_1, q_2, \dots, l_1, l_2, \dots, L_1, L_2, \dots, \lambda_1, \lambda_2, \dots, Q_1, Q_2, \dots, w_1, w_2, \dots, V_1, V_2, \dots, P_1, P_2).$$

Для оценки отдельных сторон эффективности системы транспортных связей предприятий вводятся дополнительные критерии, не входящие в противоречие с главным. Так, для оценки влияния изменения ассортимента выпускаемой продукции, степени использования древесного сырья, хозяйственных интересов предприятий, целесообразен показатель – максимум расчетной прибыли. С этой же целью оценки общей эффективности системы связей предприятий введен критерий – максимум товарной продукции – $\max T, м^3$.

Для оценки влияния дорожно-транспортных условий на систему региональных связей лесопромышленных предприятий дополнительно к общим показателям вводятся такие, как минимум грузовой работы лесовозного транспорта $\min R$, минимум задержек транспортных средств при взаимодействии на дорогах различных транспортных потоков $\min Z\tau_i$ и др.

Для оценки влияния технологических факторов на систему транспортных связей лесопромышленных предприятий вводятся показатели: максимум производительности технологических потоков $\max \Pi_{д}$, минимум цикла линии $\min t_{д}$, минимум простоев машин $\min Z\tau_{пр}$. Поэтому

полная оценка эффективности системы региональных транспортных связей лесопромышленных предприятий производится по векторному критерию

$$\Theta = \{ \min Z_{\text{пр}}, \max \Pi_{\text{р}}, \min T, \max R, \min \Sigma \tau_3, \max \Pi_{\text{л}}, \min \Sigma \tau_{\text{пр}}, \min t_{\text{л}} \}. \quad (1)$$

Суммарные приведенные затраты на систему региональных транспортных связей лесопромышленных предприятий и соответствующие технологические операции, существенно влияющие на транспортные связи, в общем виде равны

$$Z_{\text{пр}} \left(\sum_{u=1}^m \sum_{i=1}^{N_i} \sum_{j=1}^{N_{\text{пр}}} \sum_{k=1}^{N_Q} Q_{uijk} L_j Z_{uijk}^{\text{пр}} + \sum_{u=1}^m \sum_{v=1}^{N_v} \sum_{w=1}^{N_w} \sum_{i=1}^{N_i} \sum_{k=1}^{N_Q} Q_{uvwik} l_{vw} Z_{uvwik}^{\text{пр}'} + \sum_{u=1}^m \sum_{i=1}^{N_{\text{пр}}} \sum_{j=1}^{N_r} Q_{uij} Z_{uij}^{\text{те}} \right) \rightarrow \min. \quad (2)$$

На решение задачи (2) накладываются ограничения:

- по значениям оптимизируемых величин, мощности предприятий;
- объемам перевозимых и перерабатываемых лесоматериалов;
- объемам работ на отдельных фазах производства;
- направлениям транспортных потоков лесоматериалов;
- пропускной способности дорог и некоторым другим характеристикам транспортных и технологических условий лесопромышленного региона.

Следует отметить, что ограничить все транспортные связи замкнутым регионом не всегда возможно. Формулировка критерия расчетной прибыли выполнена на основе положений, разработанных Т.С. Лобовиковым:

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{р}} = & \sum_{j=1}^{N_q} \left[\sum_{i=1}^{N_r} (\Pi_i^c - Z_{ij}^c - Z_{ij}^{\text{cc}}) Q_{ij}^c + (\Pi_j^{\text{н}} - Z_j^{\text{н}}) Q_j^{\text{н}} - \right. \\ & \left. - \sum_{q=1}^{N_q} \sum_{i=1}^{N_r} Z_{ijq}^{\text{cl}} L_{jq} Q_{ijq} + \sum_{q=1}^{N_q} Z_{ij}^o Q_{ij}^o - C_j^x Q_j^x - K_j \Delta \right] + \\ & + \sum_{q=1}^{N_q} \left[\sum_{i=1}^{N_r} (\Pi_i^c - Z_{qi}^c - Z_{qi}^{\text{cc}}) Q_{qi}^c - \sum_{i=1}^{N_r} Z_{qi}^j Q_{qi}^o + (\Pi_q^{\text{н}} - Z_q^{\text{н}}) Q_q^{\text{н}} - K \Delta \right] \rightarrow \max, \quad (3) \end{aligned}$$

где Z_{ij}^{cc} – затраты на производство 1 м³ i -го лесоматериала на j -м лесозаготовительном предприятии, р.; Z_{ijq}^{cl} – затраты на доставку (погрузку, перевозку и выгрузку) i -го лесоматериала (хлыстов, круглых сортиментов, низкокачественной древесины) с j -го на q -е предприятие, р.; Z_{ij}^o – затраты на доставку i -го лесоматериала в лесоперерабатывающие цеха на j -м деревообрабатывающем предприятии или q -м лесозаготовительном предприятии, р.; $Z_q^{\text{н}}$ – затраты, приходящиеся на переработку 1 м³ оставшейся от раскряжевки и деревообработки низкокачественной древесины, р.; Z_{ij}^o –

затраты на отгрузку i -го лесоматериала за пределы j -го региона, р.; C_j^x – стоимость хлыстов (деревьев) в j -м лесозаготовительном предприятии, р.; C_i^c, C_q^H – оптовые цены i -го лесоматериала и лесопродукции из низкокачественной древесины соответственно, р.; K – стоимость основных фондов, р.; Δ – ставка платы за основные фонды, изымающая часть прибыли и относимая за счет использования фондов, р.

Для нахождения оптимального варианта системы транспортных связей предприятий по каждому частному критерию из уравнения (1) необходимы такие методы, которые позволили бы получить достаточно точные ответы с учетом связей между главными параметрами направлений и расстояний транспорта леса и лесоматериалов, распределения видов лесных грузов по направлениям перевозок и рядом технологических параметров, влияющих на систему связей предприятий при существенных ограничениях на их значения.

Многономенклатурные модели транспортных связей лесопромышленных предприятий характеризуются большой размерностью, обусловленной необходимостью в едином решении учесть совместное влияние

Принципы поиска оптимальных вариантов транспортных связей лесопромышленных предприятий

Вид задачи	Метод решения	Схема поиска оптимального варианта
Многономенклатурная производственно-транспортного типа	Численные методы. Линейное программирование. Метод последовательных расчетов	1. Приведение многономенклатурной модели к однономенклатурной с помощью коэффициентов соизмерения. 2. Разделение модели на два блока: распределительный и производственный. 3. Упорядочение комбинаций системы ТТС. 4. Шаговый отбор вариантов
Оптимизация взаимодействия транспортных потоков леса	Направленный поиск	1. Формирование i -го варианта процесса B_i . 2. Выделение R -окрестности около точки B_i . 3. Формирование n_i равновероятных вариантов $B_{is} (s = 1, 2, \dots, n_i)$ в R -окрестности. 4. Выбор оптимального варианта в R -окрестности $K(B_i^*) = \min\{K(B_{i1}), K(B_{i2}), \dots, K(B_{in})\}$. 5. Если $K(B_i^*) = K(B_i)$, то B_i – оптимальный вариант, иначе поиск продолжается
Оптимизация структурной схемы линии	Конструирование, исследование и выбор варианта	1. Определение технически возможных пределов изменения структурных параметров линии. 2. Выделение ограниченного числа структурных вариантов линии. 3. Оптимизация выделенных вариантов. 4. Выбор оптимального варианта

транспортных и технологических факторов. Решаются такие задачи с помощью численных методов, основным из которых является линейное программирование. Основные трудности при решении многономенклатурных задач связаны с постановкой задач и с подготовкой исходной информации. Трудности, связанные с вычислительными процедурами, преодолены путем модификации однономенклатурных задач на основе сходных вычислительных идей. Главная из них – приведение многономенклатурной модели к однономенклатурной с помощью коэффициентов соизмерения.

Принципиальные идеи алгоритмов решения задач оптимизации транспортных связей предприятий лесного комплекса даны в таблице.

Таким образом, основные положения оптимизации системы транспортных связей предприятий включают: математические модели, характеризующие размещение предприятий в регионе и их технологические особенности, многокритериальную оценку системы связей, принципы учета технологических факторов, анализ взаимосвязей частных критериев и метод раскрытия неопределенности оптимальных решений.

Список литературы

1. Сушков, С.И. Оптимизационное проектирование транспортных связей в предприятиях лесного комплекса: методологические основы / С.И. Сушков. – Воронеж : Воронеж. гос. лесотехн. акад., 2003. – 165 с.

Task of Optimization of Transport Communications at Forestry Complex Enterprises

E.T. Batishchev

Voronezh State Forestry Engineering Academy, Voronezh

Key words and phrases: forest management; optimization; timber; transportation communications.

Abstract: The article studies the problem of optimization of transport communications of the of forestry complex enterprises. The analysis of nonstationarity, interdependence, aftereffects of transport and technological processes of the wood industry and the assessment of their influence on the production efficiency is carried out.

© Е.Т. Батищев, 2011