

УДК 656.072

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

¹Бурмистрова О.Н., ²Сушков С.И., ¹Пильник Ю.Н.

¹ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет»,
Ухта, e-mail: ypilnik@mail.ru, olga.burm@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Воронежская государственная лесотехническая академия»,
Воронеж, e-mail: s.i.sushkov@mail.ru

В статье приведен анализ развития транспортной инфраструктуры, который показывает, что диспропорции в развитии транспорта приводят к замедлению оборота активной части основных средств (подвижного состава, автомобилей) и влекут за собой замедление оборота материальных ресурсов лесопромышленных предприятий. Статья посвящена задаче оптимизации транспортных связей лесопромышленных предприятий для более полной увязки перевозочных процессов с возможностью транспортной системы. В ней рассматривается метод расчёта транспортной составляющей в лесопромышленных предприятиях регионов России. 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. Этот процесс учитывает средства на развитие транспортных связей для полной увязки потребностей в перевозках и возможности транспортной системы.

Ключевые слова: анализ, прогнозирование, транспортные связи, межотраслевой баланс, итерация, критерий, оптимальность, моделирование, затраты, дальность

OPTIMIZATION PARAMETERS OF TRANSPORT PROCESSES ON FORESTRY ENTERPRISES

¹Burmistrova O.N., ²Sushkov S.I., ¹Pilnik Y.N.

¹FGBOU VPO «Ukhta State Technical University», Ukhta, e-mail: ypilnik@mail.ru, olga.burm@mail.ru;

²FGBOU VO «Voronezh State Forestry Academy», Voronezh, e-mail: sisushkov@mail.ru

The article analyzes the development of transport infrastructure, which shows that the disparities in the development of transport lead to slower turnover of the active part of fixed assets (vehicles, cars and entails slowing the turnover of material resources, forest industry). The article is devoted to the problem of optimizing transport links lesoproindustrial enterprises to a full integration of transportation presses with the possibility of the transport system. It is considered the method of calculation of the transport component in the timber industry enterprises in the region of Russia. The main provisions of the optimization of transport links companies include mathematical models describing the distribution of enterprises in the region and their technological features, multi-criteria evaluation communications systems, accounting principles technological factors, the analysis of the relationship of individual criteria and the method of disclosure of non-determination of the optimal solutions. This process allows for funds to develop transport links for the full integration of transportation needs and possibilities of the transport system.

Keywords: analysis, forecasting, transportation links, input-output balance, the iteration, criterion, optimality, modeling, cost, range

При анализе и прогнозировании потребностей лесопромышленных производств в услугах транспорта не менее важно знать и возможности транспортной системы. Являясь по существу инфраструктурой, транспорт, в свою очередь, однозначно определяет скорость оборота лесопродукции, а следовательно, и денежных ресурсов.

На транспорте продукцией является законченная перевозка грузов. Производство и потребление транспортной продукции неразделимы по времени. Эту особенность транспорта необходимо учитывать при анализе развития транспортной инфраструктуры. Диспропорции в развитии транспорта приводят к замедлению оборота активной

части основных средств (подвижного состава, автомобилей), что в свою очередь влечет за собой замедление оборота материальных ресурсов лесопромышленных предприятий.

Снижение сроков доставки грузов хотя бы на 1% приносит лесопромышленным предприятиям России только прямых убытков более 330 млн рублей в год.

К основным недостаткам в планировании относится, во-первых, то, что в межотраслевых балансах производства и распределения продукции не отражаются существующие транспортные, а следовательно, и материальные потоки продукции. Во-вторых, составление планов перевозки грузов (определение госзаказа, контрольных цифр, нормативов) производится до

того, как определяются планы по производству продукции. В-третьих, по-прежнему сохраняются нерациональные перевозки.

Одна из причин, порождающих эти недостатки, – это отсутствие связи между производителями и потребителями лесопродукции и возможностями транспортной системы, зависящей, прежде всего, от территориальной структуры (пропускной способности линий, существующих грузовых потоков), а также от технического оснащения транспорта.

Устранение указанных недостатков в системе грузовых перевозок возможно путем ее совершенствования в направлении обеспечения связи между потребностями в перевозках и возможностью транспортной системы. Для этого необходимо, во-первых, после составления межотраслевого баланса (МОБ) производства и распределения продукции в натуральном выражении разрабатывать транспортно-экономические балансы перевозок грузов (ТЭБ) по той же номенклатуре продукции, что и по МОБ (по экономическим районам и областям).

После составления ТЭБ необходимо сопоставить возможность транспортной системы с мощностью транспортных корреспонденций, отраженных в ТЭБ. Если возможность транспортной системы ниже, чем плановые грузопотоки ТЭБа, то необходимо откорректировать ТЭБ. Путем таких итераций можно прийти к допустимому решению поставленной проблемы.

В этом итеративном процессе необходимо учитывать средства на развитие транспортных линий для полной увязки потребностей в перевозках и возможности транспортной системы, при этом критерием оптимальности увязки будет минимум приведенных затрат на развитие пропускной способности существующих линий (автодорог и т.д.). Процесс увязки плано-аналитических расчетов показан на рисунке.

Моделирование аналитических расчетов показателей транспорта для межотрас-

левого баланса производства и распределения продукции предполагает разработку соответствующих коэффициентов прямых затрат. Нормативы прямых затрат удельной транспортной работы определяются как

$$q_i = p_i r_i, \quad (1)$$

где q_i – удельный грузооборот (т·км) на единицу произведенной продукции; p_i – отношение между перевозками и производством, тонн на единицу произведенной продукции (коэффициент перевозимости); r_i – средняя дальность перевозок, км.

Коэффициент перевозимости определяется с учетом его динамики за отчетный период и тенденций изменения на перспективу.

Наибольшие трудности вызывает определение на перспективу средней дальности перевозок. На этот показатель существенное влияние оказывают: размещение производства, его специализация и концентрация, кооперирование и комбинирование, уровень развития транспорта, разветвленность транспортной сети, ее мощность и маневренность. Здесь рассматриваются два подхода к определению средней дальности [1].

В первом случае предварительно проектируются схемы развития грузопотоков по направлениям, линиям и участкам сети путей сообщения и по ним определяется грузооборот. Такой подход связан с реализацией довольно сложных расчетов, для которых требуются большие объемы детализированной исходной информации. Основанием для его применения служат территориальные балансы производства и потребления лесопродукции и обуславливаемые ими детальные схемы прикрепления поставщиков к потребителям.

Другой подход предусматривает определение средней дальности как промежуточного показателя, а итоговым является грузооборот. Расчет при этом должен базироваться на учете планируемых укрупненных пропорций в размещении производства и связанных с ними закономерностей в развитии межрайонных и внутрирайон-

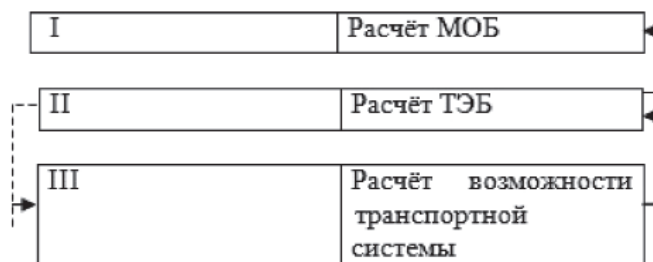


Схема увязки потребностей лесопромышленных предприятий в перевозках с возможностью транспортной системы

ных связей. Угруппенная модель расчетов имеет вид

$$r_{cp} = K \cdot \sum_{i,j} y_{ij} r_{ij}, \quad (2)$$

где r_{cp} – средняя дальность перевозок, км; K – поправочный коэффициент, учитывающий круглые перевозки; $y_{ij} r_{ij}$ – удельный вес перевозки лесопroduкции (в долях единицы от общего объема) и соответственно дальность перевозок груза в соответствующих межрайонных связях; i, j – индексы (номера) выделяемых районов (напр., Урал, Сибирь и т.п.).

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

Для избегания резкого возрастания размерности многопродуктовая модель разбивалась на два блока – распределительную и производственную модели или за счет агрегирования совместно учитывались транспортные и производственные затраты. При этом использовались приближенные алгоритмы, исключающие сплошной перебор всех вариантов локальных экстремумов, основанные на модели транспортной задачи. Обычно применяется алгоритм, реализующий метод последовательных расчетов. Суть его заключается в упорядочении всевозможных комбинаций системы транспортных связей. В алгоритме на каждом шаге отбрасываются все варианты в данной комбинации, если ее первый вариант не соответствует определенному условию.

Задачи оптимизации взаимодействия транспортных потоков решались методом направленного поиска, у которого ускорение

решения достигается за счет более разумной организации расчета, когда результаты уже проведенных испытаний используются для формирования последующих.

Применяя одну из разновидностей направленного случайного поиска – метод локальной оптимизации, вводится понятие окрестности $R = U(B)$ сочетания параметров (B) . Окрестность параметров транспортного процесса $U(B)$ описывается расстоянием между двумя вариантами значений параметров B_i, B_j . R -окрестность $U_R(B_i)$ содержит множество вариантов процесса, удовлетворяющих условию $r(B, B_i) < R$. Эффективность процедуры поиска определяется характером расстояния $r(B, B_i)$. Нами использован способ задания расстояния $r(B, B_i)$, основанный на числе нарушений попарного расположения элементов совокупностей параметров B и B_i . Задачи оптимизации структурно-компоновочных решений технологических потоков решались путем сочетания метода шагового отбора вариантов с методом «ветвей и границ», основанным на теории потоков и сетей. Нами была использована следующая методология: сначала определяются технически возможные пределы изменения структурных параметров линии m, n, p, r и производственных параметров g , а также возможных структурных решений линии, определяемых параметрами взаимодействия между позициями и участками $q_{вз}$. Сочетания величин структурных параметров между их крайними значениями определяют различные варианты структурного построения потоков. Все они образуют общую совокупность возможных решений, которые отличаются ожидаемой производительностью и приведенными затратами [2].

Принципы поиска оптимальных вариантов транспортных связей лесопромышленных предприятий

Вид задачи	Метод решения	Схема поиска оптимального варианта
Многопродуктовая производственно-транспортного типа	Численные методы, линейного программирования. Метод последовательных расчетов	Приведение многопродуктовой модели к однопродуктовой с помощью коэффициентов соизмерения. Разделение модели на два блока: распределительный и производственный (или агрегатирование транспортных и производственных затрат). Упорядочение комбинаций системы ТТС. Шаговый отбор вариантов
Оптимизация взаимодействия транспортных потоков леса	Направленный поиск Метод декомпозиции Данцига – Вульфа	Формирование i -го варианта процесса. Выделение R -окрестности около точки B_i . Формирование n_i равновероятных вариантов B_{is} ($s = 1, 2, \dots, n_i$) в пределах R -окрестности. $K(B_i^*) = \min\{K(B_{i2}), \dots, K(B_{im})\}$. Если $K(B_i^*) > K(B_i)$, то B_i – оптимальный вариант, иначе поиск продолжается. За $(i + 1)$ -й вариант принимается B_i^*
Оптимизация структурной схемы линий	Конструирование, исследование и выбор варианта	Определение технически возможных пределов изменения структурных параметров. Выделение ограниченного числа структурных вариантов линии. Оптимизация выделенных вариантов. Выбор оптимального варианта

Кроме того, каждый из структурно-компоновочных вариантов с параметрами m , n , p , r в конкретных производственных условиях может иметь различную реализацию в зависимости от параметров взаимодействия между машинами $q_{вз}$, буферных магазинов $a_{\text{ом}}$, циклов машин $a_{\text{м}}$.

Далее на основе известных оптимальных решений для некоторых отдельных участков потоков выделяется ограниченное число структурных вариантов и на основе известных зависимостей параметров процессов путем изменения $q_{вз}$, $a_{\text{ом}}$ выполняется оптимизация каждого выделенного варианта. Окончательный вариант структурной схемы линии, соответствующий минимуму приведенных затрат, определяется методом «ветвей и границ».

Использование модели предполагает предварительное определение дальности перевозок по обобщенным внутрирайонным и межрайонным связям исходя из отчетных данных о межобластном балансе и на основе кратчайших сетевых расстояний. При этом проверяется стабильность величин в динамике и устанавливаются соответствующие коэффициенты, а также тенденции в изменении удельного веса отправления, прибытия, внутрирайонных и межрайонных перевозок по заданным регионам страны.

Общая сумма доходов формируется с использованием коэффициентов (удельных весов по отношению к доходам от перевозочной деятельности) от погрузочно-разгрузочных работ, транспортно-экспедиционного обслуживания, хранения и др. Норматив удельного грузооборота и доходов от перевозок грузов устанавливается в целом по магистральному транспорту в разрезе отраслей и грузов. Общая сумма доходов по магистральному транспорту определяется с помощью коэффициента отношения к сумме от перевозок лесопroduкции.

Решение такой сложной системы, какой являются грузопотоки от рубок ухода за лесом, учитывающие интересы не только конкретного предприятия, но и предприятий региона в целом, можно осуществить, используя методы математического программирования, основанные на использовании специфики структуры связей в больших системах [1].

Что же понимается под понятием «большая система»? Это такая система, где:

а) функциональные связи описываются набором большого числа уравнений и неравенств с относительно большим числом переменных;

б) в структуре функциональных связей имеется специфика, указывающая на воз-

можность более или менее полного расчленения системы уравнений (и неравенств) на подсистемы меньшей размерности.

Данную проблему можно также решить методом, основанным на разложении исходной системы на подсистемы. Для транспортно-грузовых потоков можно выделить подсистемы первого и второго уровня таким образом, что подсистемы второго уровня (это слияние грузопотоков от нескольких блоков лесосек) определяют соответствующие изменения в подсистемах первого уровня. Учет связей является обязательным при любом способе разбиения системы и определяется характером исходной задачи и методом выделения системы первого, и др. уровней. Основная задача второго уровня состоит в координации функционирования элементов первого уровня с целью получения общего решения исходной задачи. Можно теперь идти дальше и выделить подсистемы третьего уровня, координирующего функционирование подсистем второго уровня. В результате мы приходим к системе принятия решения, имеющей пирамидальную структуру.

Координирующий «орган» влияет на решение подзадач путем изменения значений коэффициентов целевой функции, введением дополнительных ограничений и т.д.

Изучая реально функциональные транспортные потоки, необходимо выделить основные технологические способы. Каждый из этих способов можно рассматривать как «черный» ящик с входящими и выходящими потоками затрат (различные виды лесоматериалов и др.).

Различные виды затрат и выпуска будем называть ингредиентами, а качественные показатели, характеризующие изменение этих ингредиентов, – интенсивности использования технологических способов. Чтобы разработать план вывозки и перевозок в пределах региона из пунктов складирования в пункты потребления, учитывая полное удовлетворение спроса при минимальных суммарных транспортных затратах, рассмотрим перевозку единицы груза со склада «X» в пункт «Y». Показатели интенсивности использования этого способа есть число – количество продукта, перевезенного со склада в пункт «Y». Ингредиентами способа, с соответствующими затратами, является отправляемая продукция и финансы, а ингредиентами выпуска – доставленная в пункт «Y» продукция.

Нетрудно понять, что в рассматриваемой задаче имеется множество технологических способов перевозок. Все способы перевозок взаимосвязаны.

При планировании грузопотоков возникают следующие проблемы:

1. Наилучшим образом распределить различные виды лесоматериалов между потребителями, а внутри предприятия между технологическими установками.

2. Рационализировать материальные потоки между различными установками.

3. Определить оптимальные варианты, режимы использования технологических установок с учетом различных факторов и условий.

4. Обосновать наилучшие варианты закрепления потребителей.

Все эти вопросы взаимосвязаны. Так, решение последнего вопроса зависит не только от транспорта, но и от производственных мощностей по различным предприятиям или подразделениям одного предприятия.

Решение усложняется еще и тем обстоятельством, что предприятия различаются возрастом и структурой оборудования основного и вспомогательного производства. И здесь уже назревает следующая проблема, требующая решения – проблема размещения предприятий и складов таким образом, чтобы спрос потребителей был удовлетворен полностью, а суммарные затраты на производство, хранение и перевозку продукции были минимальными.

Вывод

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. Бурмистрова О.Н. К вопросу моделирования оптимального распределения транспортных потоков лесопроизводства по видам транспорта / Ю.Н. Пильник, Е.Н. Мотрюк //

Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–10. – С. 2111–2114.

2. Лесдон Л. Оптимизация больших систем. – М.: Наука, 1975. – 432 с.

3. Пильник Ю.Н. Моделирование принципов концентрации транспортных потоков и пунктов переработки древесины // Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс]. – Пенза, 2014. – № 4. – 6 с. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/118-13886>.

4. Сушков С.И. Прогнозно-аналитическое моделирование технико-экономических показателей в системе анализа развития сухопутного лесовозного транспорта / Вестник Московского государственного университета леса // Лесной вестник. – 2005. – № 2 – С. 158–160.

5. Сушков С.И., Бурмистрова О.Н. Определение мощности транспортной системы на основе минимизации приведенных затрат // Воронежский научно-технический вестник. – Воронеж: ВГЛТА, 2014. – № 3 (9). – С. 45–51.

References

1. Burmistrova O.N. K voprosu modelirovaniya optimalnogo raspredeleniya transportnyh potokov lesoprodukcii po vidam transporta / Ju.N. Pilnik, E.N. Motrjuk // Fundamentalnye issledovaniya. 2015. no. 2–10. pp. 2111–2114.

2. Lesdon L. Optimizacija bolshih sistem. M.: Nauka, 1975. 432 p.

3. Pilnik Ju.N. Modelirovanie principov koncentracii transportnyh potokov i punktov pererabotki drevesiny // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Elektronnyj resurs]. Penza, 2014. no. 4. 6 p. Rezhim dostupa: <http://www.science-education.ru/118-13886>.

4. Sushkov S.I. Prognozno-analiticheskoe modelirovanie tehniko-jekonomicheskikh pokazatelej v sisteme analiza razvitija suhoputnogo lesovoznogo transporta / Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa // Lesnoj vestnik. 2005. no. 2 pp. 158–160.

5. Sushkov S.I., Burmistrova O.N. Opredelenie moshhnosti transportnoj sistemy na osnove minimizacii privedennyh zatrat // Voronezhskij nauchno-tehnicheskij vestnik. Voronezh: VGLTA, 2014. no. 3 (9). pp. 45–51.

Рецензенты:

Кобрунов А.И., д.ф.-м.н., профессор кафедры прикладной математики и информатики, ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта;

Павлов А.И., д.т.н., профессор кафедры инжиниринга технологических машин и оборудования, ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта.