

УДК 518.5

Л.В. Щеголева

Щеголева Людмила Владимировна родилась в 1973 г., окончила в 1995 г. Петрозаводский государственный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики и кибернетики ПетрГУ. Имеет 29 печатных работ в области математического моделирования и информационных технологий в лесопромышленном комплексе.



МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ РЕГИОНЕ

Предложена математическая модель задачи оптимизации производства и потребления древесного сырья на основе критерия максимизации прибыли от реализации продукции его переработки.

Ключевые слова: лесопромышленный комплекс, оптимизационные математические модели, баланс производства и потребления древесного сырья.

Карельский научно-исследовательский институт лесопромышленного комплекса совместно с математическим факультетом ПетрГУ разрабатывают задачи планирования и управления региональным лесопромышленным комплексом (ЛПК) [1, 2]. Для их решения создается информационная система, включающая обширную базу данных о лесных ресурсах и промышленных предприятиях региона, а также программное обеспечение для поддержки принятия решений, опирающееся на экономико-математический аппарат.

В информационной системе реализуется задача совершенствования баланса производства и потребления древесных ресурсов, которая признана одной из основных в региональной политике и стратегии лесопользования и развития ЛПК Республики Карелия [3].

Математическая модель включает три этапа производственной цепочки: заготовку древесного сырья, транспортировку его к перерабатывающему предприятию и переработку для получения продукции.

Критерием оптимальности при выборе варианта распределения потоков лесоматериалов между заготовительными и перерабатывающими предприятиями может быть минимизация суммарных затрат на всех этапах производственной цепочки или максимизация прибыли от реализации продукции лесопереработки.

Оптимальное решение дают не только наилучшие (относительно выбранного критерия) объемы потоков лесоматериалов между заготовительными и перерабатывающими предприятиями, но также оценки эффективности как заготовки, так и переработки древесного сырья, которые можно затем использовать, например, при решении задачи дифференциации платежей за пользование лесными ресурсами.

Рассмотрим цепочку производства и потребления лесоматериалов. Каждое лесозаготовительное предприятие располагает несколькими участками лесозаготовки, характеризующимися объемом расчетной лесосеки и составом пород, сортов,

категорий крупности древесины. Объем заготовки не может превышать расчетную лесосеку.

Деревообрабатывающие и деревоперерабатывающие предприятия потребляют круглые лесоматериалы определенных породы, сорта и крупности. Максимальные мощности переработки лесоматериалов известны. Перерабатывающие предприятия могут быть самостоятельными либо входить в качестве подразделения в состав лесозаготовительного предприятия. Имеется транспортная сеть, соединяющая участки лесозаготовки и деревоперерабатывающие предприятия. Известны расстояния перевозки для каждой пары участок – перерабатывающее предприятие.

Задача заключается в определении оптимального баланса древесных ресурсов в целях максимизации прибыли от реализации продукции переработки лесоматериалов с учетом затрат на каждом этапе производственной цепочки при ограничениях: объем вывозимых лесоматериалов с каждого участка заготовительного предприятия не превышает объема расчетной лесосеки; объем привозимых лесоматериалов на каждое перерабатывающее предприятие не превышает его максимальной мощности.

В математической модели задачи участки лесозаготовок назовем пунктами заготовки. Разные участки одного заготовительного предприятия рассмотрим как отдельные пункты заготовки. Перерабатывающие предприятия назовем пунктами переработки. Если лесозаготовительное предприятие, включающее один или несколько пунктов заготовки, занимается также и переработкой лесоматериалов, то для него, как и для перерабатывающего предприятия, определим пункт переработки.

Назовем сочетание порода – сорт – крупность видов лесоматериалов.

Тогда математическая модель задачи будет выглядеть следующим образом. Введем обозначения:

I – число пунктов заготовки;

J – число пунктов переработки;

K – число видов лесоматериалов, каждый из которых представляет комбинацию породы, сорта и крупности, т. е. K равняется произведению числа пород, сортов и категорий крупности лесоматериалов;

c_{ij} – стоимость перевозки 1 м^3 лесоматериалов из пункта заготовки i в пункт переработки j ;

v_{ik} – объем заготовки лесоматериалов вида k в пункте заготовки i ;

w_j – объем переработки лесоматериалов в пункте переработки j ;

a_{jk} – индикатор использования лесоматериалов вида k в пункте переработки j , принимает значение 1, если в пункте переработки j используются лесоматериалы вида k ; в других случаях $a_{jk} = 0$;

p_j – усредненная цена на продукцию, полученную после переработки 1 м^3 лесоматериалов в пункте переработки j ;

d – стоимость заготовки 1 м^3 лесоматериалов (одинаковая для всех пунктов заготовки);

s_j – стоимость переработки 1 м^3 лесоматериалов в пункте переработки j .

Изменяемые факторы задачи:

x_{ijk} – объем перевозки лесоматериалов вида k из пункта заготовки i в пункт переработки j .

Целевая функция

$$\sum_j (p_j - s_j) \sum_k a_{jk} \sum_i x_{ijk} - \sum_{i,j} c_{ij} \sum_k x_{ijk} - d \sum_{i,j,k} x_{ijk} \rightarrow \max$$

максимизирует прибыль от продажи продукции, полученной в результате переработки лесоматериалов, за вычетом затрат на заготовку лесоматериалов, их транспортировку и переработку.

Ограничения:

$$\sum_j x_{ijk} \leq v_{ik}, \quad i = \overline{1, I}, \quad k = \overline{1, K} - \text{суммарный объем вывозимых лесоматериалов}$$

не должен превышать объем расчетной лесосеки заготовительного предприятия i по каждому виду лесоматериалов k ;

$$\sum_k a_{jk} \sum_i x_{ijk} \leq w_j, \quad j = \overline{1, J} - \text{суммарный объем привозимых лесоматериалов}$$

независимо от их вида не должен превышать максимальный объем переработки для каждого перерабатывающего предприятия j ;

$$x_{ijk} \geq 0, \quad i = \overline{1, I}, \quad j = \overline{1, J}, \quad k = \overline{1, K} - \text{объемы перевозки не должны быть отрицательными.}$$

Математическая модель задачи является линейной, для решения такой задачи можно использовать симплексный метод.

В результате решения задачи можно получить следующую информацию:

объемы заготовки лесоматериалов на каждом лесном участке в разрезе пород, сортов, категорий крупности; процент освоения расчетной лесосеки каждым заготовительным предприятием и объемы неиспользованного древесного сырья;

объемы и направления перевозки лесоматериалов от пунктов заготовки к пунктам переработки;

объемы переработки лесоматериалов на каждом перерабатывающем предприятии;

процент использования производственных мощностей для каждого перерабатывающего предприятия;

значения двойственных переменных, соответствующих первому ограничению, позволяющие оценить эффективность освоения лесных участков, т. е. их инвестиционную привлекательность, на основании чего можно рассчитать рентные платежи;

значения двойственных переменных, соответствующих второму ограничению, дающие возможность оценить эффективность переработки лесоматериалов каждым перерабатывающим предприятием;

размер прибыли, получаемой отдельными перерабатывающими предприятиями и по отрасли в целом;

затраты на переработку, транспортировку, заготовку лесоматериалов по предприятиям и для отрасли в целом;

интенсивность перевозок по каждой дуге транспортной сети.

Представленная модель может быть использована для определения оптимального баланса потоков лесоматериалов и построения оценок инвестиционной привлекательности лесных участков, что является первоочередной задачей управления лесопромышленным комплексом. Полученный оптимальный баланс производства и потребления древесного сырья интересно сравнить с фактическим и проанализировать факторы, влияющие на установление той или иной структуры потоков лесоматериалов и связей между предприятиями производства и переработки

древесного сырья. В дальнейшем информацию полезно использовать для принятия соответствующих решений в управлении отраслью. Развитие задачи направлено на учет реальной структуры транспортной сети со всеми ее разветвлениями и пересечениями, различных видов транспорта (автомобильный, железнодорожный, водный), а также сезонности лесозаготовок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Воронин А.В.* Прикладные транспортно-производственные задачи планирования работы предприятий ЛПК / А.В. Воронин // Лесн. журн. – 2004. – № 1. – С. 103–110. – (Изв. высш. учеб. заведений).
2. *Воронин А.В.* Интегрированные структуры в лесной промышленности / А.В. Воронин, И.Р. Шегельман. – СПб.: СПбГЛТА, 2003. – 160 с.
3. *Шегельман И.Р.* К разработке стратегии развития регионального лесного комплекса / И.Р. Шегельман // Тр. ЛИФа ПетрГУ. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2003. – С. 160–163.

Петрозаводский государственный
университет

Поступила 15.07.04

L.V. Shchegoleva

Mathematical Optimization Model of Wood Raw Material Production and Consumption in Forest-industrial Region

Mathematical model is suggested for optimization of wood raw material production and consumption based on criterion of profit maximization gained from its product sales.

