

УДК 656.4

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ
МОДЕЛЕЙ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ТРАНСПОРТНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПОТОКЕ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

С. И. Сушков², Л. В. Болотских², Т. В. Каратаева³, Ю. Н. Пильник⁴

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова»

²Филиал Воронежского государственного
технического университета в г. Борисоглебск

³Филиал Воронежского государственного
технического университета в г. Борисоглебск

⁴ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный
технический университет»

Email: s.i.sushkov@mail.ru

В последнее время математическое моделирование является одним из важнейших методов изучения и анализа эффективности транспортно-технологических систем. Математическое моделирование – это один из эффективных методов описания сложных транспортных систем и процессов [8]. Оно призвано помочь руководителям различного ранга в выработке, обосновании и принятии эффективных, качественных управленческих решений в лесном комплексе [1]. Это должно повысить надежность функционирования производственно-экономических систем (рис. 1).

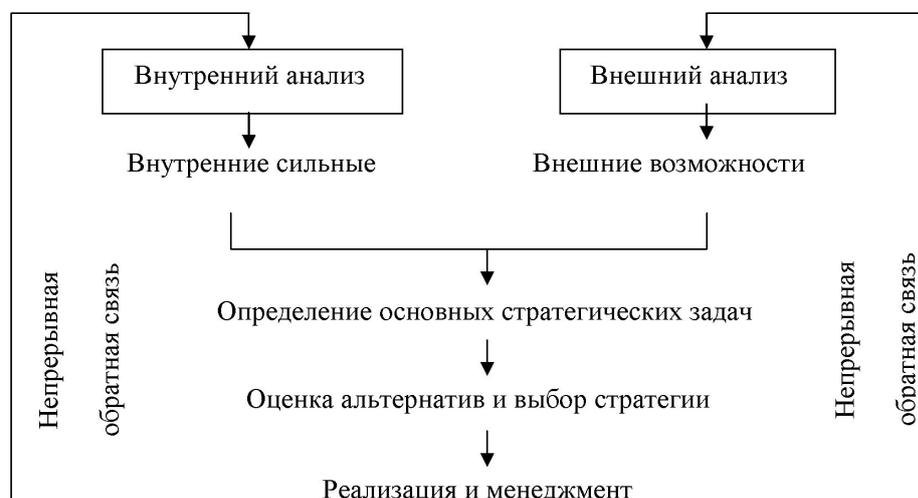


Рисунок 1 – Схема комплексного подхода
в стратегическом управлении транспортными потоками лесоматериалов

Для повышения качества принятия управленческих решений, необходимо расчленение на составные части сложных целей лесопромышленных предприятий. Для этого применяют аналитико-иерархический подход, который базируется на обработке порядковой информации, поступающей на лесопромышленное предприятие. Данная информация определяет альтернативные цели при стратегическом управлении транспортными потоками, которые представляют собой иерархические системы [2].

С ростом числа критериев, учитываемых в стратегических планах, необходимо следить, чтобы задачи разбивались на пары более частных задач, на порядковом уровне изменений (декомпозиции).

По степени влияния друг на друга цели могут быть содействующими, конфликтными и нейтральными.

Они подразделяются: особо приоритетные; приоритетные, необходимые для достижения приоритета.

Группировка целей по критерию структуры лесопромышленного предприятия позволяет определить цели входящих технологических потоков. Для этого разрабатывается иерархическая математическая модель (рис. 2). Посредством дерева целей описывается их иерархия.

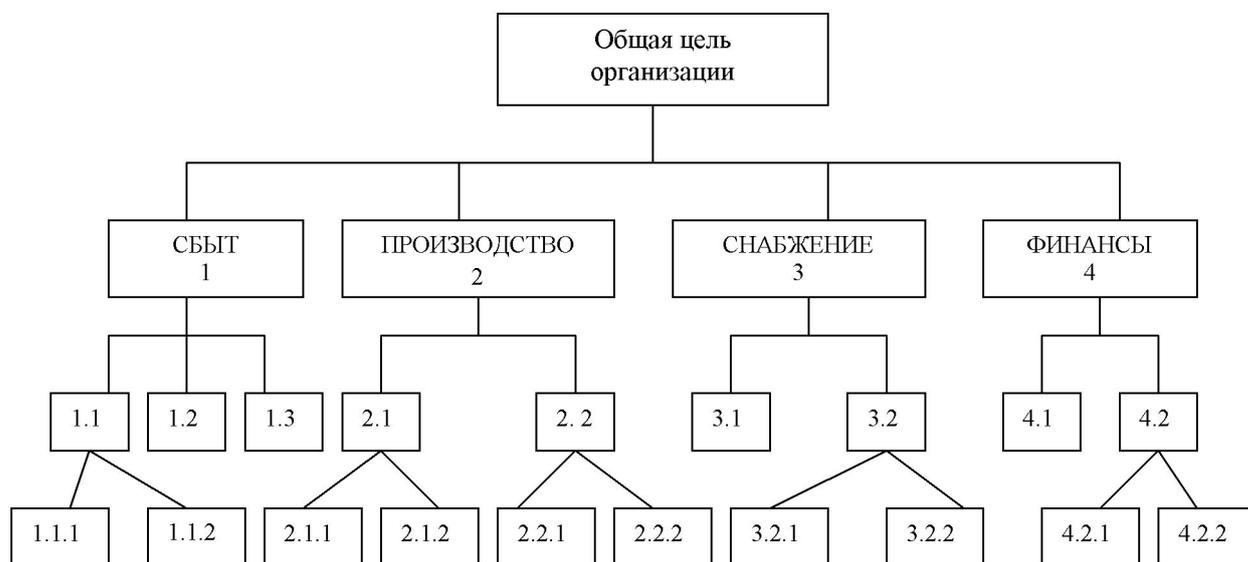


Рисунок 2 – Дерево целей транспортной организации

Организационная структура многоуровневой транспортно-производственной системы должна отражать ее стратегический приоритет и обеспечивать реализацию стратегического выбора сетевого транспортного маршрута [3].

Формируем математическую модель транспортно-технологических потоков в указанных условиях из следующих соображений:

1 Целью деятельности лесопромышленного предприятия является получение максимальной прибыли. Тогда целевая функция – найти объем выпуска лесоматериалов R , приносящий максимум прибыли.

2 Технологический процесс лесопромышленного производства описывается функцией $R = R(x_1, x_2, \dots, x_n)$ – объем производства лесоматериалов.

3 Лесопромышленное предприятие функционирует в рыночных условиях, т. е. может оказывать влияние на рынок, например – монополия, а также рынок оказывает влияние на производство (конкуренция) [5].

Рассмотрим математическую модель транспортного предприятия (участка):

$$\Pi(R) = \Pi \cdot R - Z(R) \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$R = D(\Pi_1), Z(R) = R \cdot (B_0 + B_1 \cdot q(R)), \quad (2)$$

$$B_0 = C_m + C_\infty, \Pi_1 = \Pi(1 + \alpha), B_1 = C_\infty \quad (3)$$

где Π – прибыль; Π – цена лесоматериала на верхнем складе (лесосеке); Π_1 – отпускная цена; Z – затраты; α – доля налога на добавленную стоимость и торговая наценка; q – переменная часть затрат; C_n – удельные затраты на покупку лесоматериалов; C_∞ – предельные затраты на покупку лесоматериалов.

Найдем первую производную от целевой функции:

$$\frac{\partial \Pi(R)}{\partial R} = \Pi \quad \frac{\partial Z(R)}{\partial R} = 0. \quad (4)$$

Получим, что $\Pi = \frac{\partial Z(R)}{\partial R}$ – условие получения максимальной прибыли.

Отсюда вытекает решение задачи минимизации издержек транспортных операций. Решаются эти задачи совместно [4].

Рассмотрим задачу оптимизации прибыли в условиях монополии и найдем оптимальную равновесную цену на лесоматериалы.

В этих условиях зависимость спроса D от цены:

$$R = D = \frac{K}{C_1}, \quad (5)$$

где K – объем денежных средств покупателя, который вынужден приобрести лесопroduкцию, обратно пропорциональной цене C_1 . В условии монополии коэффициент эластичности $E = 1$.

Примем, что начальные затраты равны нулю, ($Z_0 = 0$). Считаем, что переменная часть затрат описывается экспоненциально:

$$q(R) = b_0 R^{gl}, \quad (6)$$

где b_0, gl – коэффициенты.

Тогда прибыль:

$$\Pi = F_1(R) = \frac{K}{C_1} \cdot \left(\frac{C_1}{1+\alpha} - B_1 - B_1 \cdot b_0 \cdot K^{-gl} \cdot C_1^{gl} \right), \quad (7)$$

$$\Pi = \frac{K}{C_1 (1+\alpha)} (C_1 a_1 - c_1 C_1^{gl}), \quad (8)$$

$$a_1 = B_0 (1+\alpha), c_1 = B_1 b_0 K^{gl} (1+\alpha). \quad (9)$$

Вычислим первую производную [6,7]:

$$F'(C_1) = \frac{K}{(1+\alpha) C_1^2} (a_1 + c_1 (gl) C_1^{gl}) > 0, \quad \forall C_1. \quad (10)$$

Так как, производная положительна, прибыль увеличивается с ростом стоимости на лесоматериалы:

$$\bar{F} = \lim_{C_1 \rightarrow \infty} F_1(C_1) = \frac{K}{1+\alpha}. \quad (11)$$

Тогда, условие положительности прибыли:

$$F_1(C_1) \geq 0 \Rightarrow C_1 \cdot a_1 - c_1 \cdot C_1^{gl} = 0. \quad (12)$$

Решение этого уравнения позволяет найти оптимальную стоимость лесоматериалов. Обозначая $C = C_1 + a_1, y = c_1 \cdot C_1^{gl}, gl < 1$, получим, что для любых значений входных переменных всегда существует единственное решение C_1 – оптимальная стоимость.

Алгоритм решения данной задачи сформулируем следующим образом.

Так как функция прибыли на интервале цены от 0 до цены покупателя возрастает, пересекает ось «капитал покупателя» и имеет явно выраженный максимум – экстремум, то оптимальную цену, т. е. точку пересечения с осью «капитал покупателя» можно найти, воспользовавшись методом половинного деления отрезка.

Вывод: Чтобы найти стоимость лесоматериала, при которой предприятие будет иметь максимальную прибыль, необходимо найти экстремум функции прибыли. Для этого найдем точку, в которой производная от этой функции равна нулю. Исходя из вида функции прибыли, очевидно, что производная ведет себя следующим образом: она положительна, когда функция возрастает; она равна нулю в точке максимума; она отрицательна, когда функция убывает. Интервал возможного изменения делится пополам. Из двух половин выбирается та, на концах которой данная функция имеет противоположные значения, ибо корень уравнения находится в этой половине. Затем данная половина делится пополам, и так далее, до тех пор, пока длина интервала не станет равной требуемой точности 0,001.

Библиографический список

1 Афоничев, Д. Н. Анализ прочностных характеристик дорожных конструкций в лесозаготовительных предприятиях [Текст] / Д. Н. Афоничев, С. И. Сушков, Д. В. Бурмистров // Успехи современной науки и образования. – Том 1, № 1. – 2017 г. – С. 77-81.

2 Сушков, С. И. Методы оценки прочности дорожных конструкций [Текст] / С. И. Сушков, В. Н. Бухтояров // Строительные и дорожные машины. – 2017. – № 2. – С. 53-56.

3 Иванников, В. А. Совершенствование функционирования транспортно-технологических машин в лесном комплексе [Электронный ресурс] / В. А. Иванников, С. И. Сушков // Воронежский научно-технический вестник. – 2016. – Т. 3, № 3 (17). – С. 94-100.

4 Пильник, Ю. Н. Методика определения оптимальной структуры парка транспортно-технологических машин [Текст] / Ю. Н. Пильник, С. И. Сушков, А. Ю. Арутюнян // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2 ; URL:<http://www.science-education.ru/129-22674>.

5 Сушков, С. И. Принципы решения задач управления в многоуровневых транспортно-производственных системах лесного комплекса опубликована в журнале [Текст] / С. И. Сушков, О. Н. Бурмистрова, Ю. Н. Пильник // "Фундаментальные исследования" № 11 (часть 2) 2015. – С. 317-321.

6 Optimization of a highway project planning using a modified genetic algorithm By : Setinc, Marko ; Gradisar, Mirko ; Tomat, Luka OPTIMIZATION Volume: 64 Issue : 3 Pages : 687-707 Published: MAR 4 2015.

7 Design and construction in existing contexts : Replacement of the first High Bridge Levensau By: Janssen, Thomas STAHLBAU Volume: 84 Issue: 3 Pages : 182-194 Published: MAR 2015.

8 Чубов, Н. И. Стабилизация устойчивости колейных лесовозных автомобильных дорог [Текст] / Н. И. Чубов, В. К. Курьянов, Д. Н. Афоничев // Воронежская государственная лесотехническая академия. – Воронеж, 1995. – 173 с. – Деп. в ВИНТИ 20.12.95, № 3417-B95.