

Медведев Сергей Олегович – научный сотрудник Лесосибирского филиала ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», кандидат экономических наук, г. Лесосибирск, Российская Федерация; e-mail: medvedev_serega@mail.ru.

Information about authors

Mokhirev Aleksandr Petrovich – Associate Professor of Technology of logging and wood processing industries Lesosibirskiy Branch of the Reshetnev Siberian State Aerospace University, PhD in Engineering, Associate Professor, Lesosibirsk, Russian Federation; e-mail: ale-mokhirev@yandex.ru.

Goryaeva Elena Vladimirovna – Associate Professor of department of highways and urban structures Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Siberian Federal University», PhD in Engineering, Associate Professor, Krasnoyarsk, Russian Federation; e-mail: gor-elka@yandex.ru.

Medvedev Sergey Olegovich – Researcher Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Siberian Federal University», PhD in Economical Sciences, Lesosibirsk, Russian Federation; e-mail: medvedev_serega@mail.ru.

DOI:

УДК 656*4

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ БЕЗУБЫТОЧНОСТИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

доктор технических наук, профессор **С. И. Сушков**¹

доктор технических наук, профессор **О. Н. Бурмистрова**²

кандидат технических наук **Ю. Н. Пильник**²

1 – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, Российская Федерация

2 – ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет»,
г. Ухта, Российская Федерация

Необходимыми условиями эффективности лесопромышленного производства является применение в управлении апробированных математических методов моделирования, с помощью которых можно увеличить производительность транспортных операций, сократить простои и неоптимальные сетевые перевозки лесных грузов, увеличить эффективность всего транспортно-технологического процесса в лесных предприятиях при освоении лесосырьевых баз и транспортировки лесной продукции потребителям. Для эффективного использования экономико-математического подхода к решению сетевых транспортных потоков лесных грузов необходимо проводить анализ производственных процессов на всех фазах как производства, так и доставки лесной продукции от поставщиков к потребителям. Затруднения возникают при расчете безубыточности сетевых перевозок и определения рубежа, когда поставка лесных грузов оптимальна. Лучше всего это воспроизводится в виде графических инструментов для каждого конкретного случая доставки, позволяющих более оперативно определить объемы, затраты, прибыль от совершенной транспортной операции. Для сокращения времени составления графиков поставки разрабатывается методика расчета, алгоритм определения прибыльности данного рейса (сетевого взаимодействия). При этом данный подход может применяться на всех этапах планирования перевозочного процесса лесных грузов для принятия оптимальных решений по управлению последними. При совершенствовании транспортной работы по доставке лесных грузов потребителям, большое значение имеет время простоя автомобильного транспорта при погрузочно-разгрузочных операциях, типы и виды погрузочно-разгрузочных средств, графики их работы. Следующий момент, который позволяет оперативно реагировать на изменение потребностей в лесных грузах у потребителей, это сохранение и расширение производственных связей между поставщиками лесных грузов, лесными складами и потребителями. Важным этапом при определении целесообразности поставки лесных грузов является информация о производственных мощностях потребителя промежуточной продукции

(полуфабрикатов) с целью недопущения затоваривания одного потребителя и недоставки сырья другому потребителю, при равных условиях по доставке (расстояние, объемы партии поставки, время нахождения в рейсе автомобильного лесовозного транспорта), что в конечном итоге приводит к так называемому «нечеткому вывозу» лесной продукции. При формировании сетевых транспортных потоков лесных грузов, особенно в пределах региона, желательно переходить от решения открытых транспортных задач к закрытым. С целью избежания неоправданных (порожняковых) пробегов лесовозного автомобильного транспорта. Поэтому совершенствование методик, моделей алгоритмов и составление их на основе программных продуктов для оптимизации транспортно-грузовых процессов является актуальной задачей, изучение которой позволит рационально использовать лесосырьевую базу предприятия или блока предприятий, избежать оставление леса на корню и увеличить выход ликвидной древесины с 1 га лесной площади.

Ключевые слова: система, лесоматериалы, структура, метод, производство, затраты, оптимальность, продукция, издержки, убытки, прибыль, стоимость, схема, алгоритм.

DEVELOPMENT OF METHODOLOGY AND ALGORITHM FOR SOLVING THE PROBLEM OF BREAK-EVEN TIMBER PRODUCTION

DSc in Engineering, Professor **S. I. Sushkov**¹

DSc in Engineering, Professor **O. N. Burmistrova**²

PhD in Engineering **Yu. N. Pilnik**²

1 – Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russian Federation

2 – Federal State Budget Education Institution of Higher Professional Education «Ukhta State Technical University», Ukhta, Russian Federation

Abstract

The necessary conditions for the efficiency of timber production is using proven mathematical modeling techniques in management, using which you can increase the performance of transport operations, reduce downtime and sub-optimal network transportation of timber cargoes, increase the efficiency of the entire transport processes in forest enterprises in the development of forest raw material base and transportation of forest products to consumers. For effective use of economic and mathematical approach to solving network traffic flows of forest goods it is needed to analyze production processes in all phases of both production and delivery of forest products from suppliers to consumers. Difficulties arise in the calculation of the break even network traffic and determination of the point where the delivery of forest goods is the best one. This is reproduced in the form of graphical tools for each specific case of delivery, allowing you to determine volumes, costs, and profit from perfect transport operations more quickly. To reduce the time of drawing up delivery schedules, method of calculation, the algorithm for determining the profitability of a flight (networking) is developed. Moreover, this approach can be applied at all stages of the planning process of the transportation of timber cargoes for optimal decision making by management. With the improvement of transport operation for the delivery of forest goods to consumers downtime of motor transport during loading and unloading operations, types of handling equipment, schedules of their work re of great importance. The next point that allows you to respond to changing needs for forest goods among consumers quickly is maintenance and extension of production linkages between the suppliers of timber, timber warehouses and consumers. An important step in determining the appropriateness of delivery of forest goods is information about the production capacity of consumer of intermediate products (semi-finished) to prevent the overstocking of one customer and delivery of raw materials to another user, under equal conditions for the delivery (distance, volume of party of delivery, the time spent in the forest on road transport), which ultimately leads to the so-called "fuzzy export of" forest products. During the formation of the network traffic flows of forest goods, especially within the region, it is advisable to move from open solving transport problems to closed one. To avoid unnecessary (load) runs hauling automotive vehicles. Therefore, improvement of methods, models, algorithms, and compilation-based software products for the optimization of transport processes is an important task, study of which will allow efficient use of forest raw material base of the enterprise or unit of enterprises, to avoid leaving standing timber and to increase the yield of liquid wood from 1 ha of forested area.

Keywords: system, timber, structure, technique, production, costs, optimality, products, costs, losses, income, value, scheme, algorithm.

В процессе производственной деятельности лесного предприятия присутствуют несколько видов затрат:

Постоянные затраты – это затраты предприятия, не зависящие от объема выпуска продукции.

Переменные затраты – зависящие от объема выпуска продукции.

Рубеж оптимальности – покрытие всех расходов, приведен на графике рис. 1.



Рис. 1. Графическое определение рубежа оптимальности

Исходя из определения точки безубыточности, объем реализации должен равняться сумме постоянных и переменных издержек:

$$P_{min} = SV + SC, \quad (1)$$

где SV, SC – постоянные и переменные издержки в точке безубыточности соответственно.

Тогда уровень безубыточности:

$$P_{min} = SC / (l - s), \quad (2)$$

где s – удельные переменные издержки, то есть переменные издержки, приходящиеся на рубль реализованной продукции.

Исходя из определения точки безубыточности, объем реализации должен равняться сумме постоянных и переменных издержек:

$$P_{min} = SV + SC, \quad (1)$$

где SV, SC – постоянные и переменные издержки в точке безубыточности соответственно.

Тогда уровень безубыточности:

$$P_{min} = SC / (l - s), \quad (2)$$

где s – удельные переменные издержки, то есть переменные издержки, приходящиеся на рубль реализованной продукции.

Выражение вида $P(l - s)$ (разность между объемом реализации и переменными издержками)

получило название маржинальной прибыли или маржи.

Определение точки безубыточности производится в предположении:

- переменные и постоянные издержки должны быть определены с максимально возможной точностью;

- в планируемый период не происходит изменений в ценовой политике поставщиков и потребителей;

- постоянные затраты остаются неизменными в изучаемом диапазоне реализации;

- удельные переменные издержки (приходящиеся на один рубль реализации) остаются неизменными в исследуемом диапазоне реализации;

- равномерное осуществление реализации во времени.

В процессе определения точки безубыточности важным моментом является разделение затрат на постоянные и переменные. Предполагая линейные изменения затрат на рассматриваемом интервале, возможно получить следующее выражение для постоянных затрат:

$$SC = S_H - P_n (\bar{S}_K - S_H) / (\bar{P}_K - P_H), \quad (3)$$

где \bar{S}_K, \bar{P}_K – себестоимость продукции и объем реализации на конец исследуемого периода с учетом инфляции (коэффициента дисконтирования) соответственно;

S_H, P_H – себестоимость продукции и объем реализации на начало исследуемого периода соответственно.

Анализ производственной деятельности предприятия должен состоять в определении точки безубыточности и маржинальной прибыли по каждому виду продукции и услуг, производимых предприятием. Важно получить информацию о каждом виде лесопродукции с позиций выгодности его производства. В этом отношении принято деление всех расходов предприятия на прямые и косвенные затраты. То есть расходы, непосредственно направленные на производство конкретного вида лесопродукции, принято относить к прямым.

На российских предприятиях обычно принята система учета, согласно которой косвенные издержки относятся равномерно ко всей выпущенной

продукции: реализованной и хранящейся на складе. В этом случае запасы на складе готовой продукции учитываются по полной себестоимости, определяемой по формуле:

$$S = (П - P) s, \quad (4)$$

где S – стоимость запасов готовой лесопродукции на конкретную дату;

s – полная себестоимость единицы лесопродукции;

$П$ – объем производства за отчетный период;

P – объем реализации за рассматриваемый период.

При таком подходе необходимо осуществить разбиение косвенных затрат по видам выпускаемой продукции. Данный метод учета можно эффективно использовать только в следующих случаях:

- фирма производит только один вид товара и несколько товарных позиций в ограниченном количестве;

- при наличии долгосрочного подряда на выполнение определенного вида работ;

- постоянные затраты сильно изменяются в течение отчетного периода.

Другая система учета издержек, которая, к сожалению, не принята на российских предприятиях, связана с отнесением постоянных издержек на финансовые результаты работы предприятия без разделения по видам выпускаемой продукции. Этот метод учета более реален, чем предыдущий, согласно которому предприятие начинает получать прибыль уже с продаж первой единицы продукции, так как в практике реального производства, а не по бухгалтерским расчетам, прибыль пойдет только тогда, когда будут покрыты все затраты на производство продукции.

При таком подходе запасы на складе готовой продукции оцениваются только по переменным затратам (маржинальным издержкам) и определяются по формуле:

$$S = (П - P) sv, \quad (5)$$

где sv – переменные издержки на единицу лесопродукции.

Определение точки безубыточности осуществляется на основе экономико-математической модели:

$$X(n) = \frac{C_{срс}(n) + C_{кр}(n) - Z(n)}{U(n)}, \quad (6)$$

где $C_{срс}(n)$ – внебюджетные фонды, которые могут быть использованы для обеспечения объема производства лесоматериалов $X(n)$;

$C_{кр}(n)$ – объем непогашенных кредитов;

$Z(n)$ – постоянные затраты на переработку;

$U(n)$ – расходы на единицу произведенной лесопродукции (переменные).

Структурная схема рассматриваемой задачи показан на рис. 2.

Решение задач данного типа, заключается в том, чтобы определить количество продукции, при котором достигается безубыточность функционирования транспортно-технологических процессов предприятий лесного комплекса.



Рис. 2. Структурная схема алгоритма решения задачи определения точки безубыточности

Вывод: В результате применения математических методов моделирования транспортных потоков лесоматериалов, учитывающих как переменные, так и постоянные затраты на их производство и доставку, была разработана методика и структурная схема алгоритма решения задачи определения точки безубыточности для предприятий лесного комплекса.

Библиографический список

1. Сушков, С. И. Принципы решения задач управления в многоуровневых транспортно-производственных системах лесного комплекса [Текст] / С. И. Сушков, О. Н. Бурмистрова, Ю. Н. Пильник // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 11. – Ч. 2. – С. 317-321.
2. Сушков, С. И. Методика формирования и управления транспортными связями лесных предприятий [Электронный ресурс] / С. И. Сушков, Ю. Н. Пильник, А. Ю. Арутюнян // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – № 2, ч. 2. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/129-22663>.
3. Dantzig, G.B. Large - Scale System Optimzation [Text] / G.B. Dantzig // *Operations Research Optimization*, University of California at Berkeley, Rept. Orc 65 - 9, 1965
4. Mesarovic, M.D. Theory of Multi - Level Nierarchical Systems [Text] / M.D. Mesarovic. D. Macko, and Y. Takahara. Academic Precc, 1970.
5. Wagner, N.M. A Linear Prodrammng Solutionto Dynamic Leontiet Type Models, [Text] / N.M. Wagner. // *Manugement Sci.* – 1957. – no. 3. – pp 234-254
6. Benders, J.F. Partitioning Procedures for Solving Mixed-Variables Programming Problems. [Text] / J.F. Benders // *Numerische Mathematik*. – 1962. – 2. – pp 238-252.
7. Rockafellar, R.T. Convex Functionsand Dual Exbremum Problems [Text] / R.T. Rockafellar. Ph. D. Thesis, Harvard University, 1963.
8. Valentine, F.A. Convex Sets, [Text] / F.A. Valentine. Mc Graw - Hell, Lnc., New York, 1964.
9. Falk, J.E. Lagrange Multipliers and Nonlinear Programming [Text] / J.E. Falk, *J. Math, Anal, Appl.*, 19, 1967. – №1.
10. Karlin, S. Mathematical Metlods and Theory in Games [Text] / S.Karlin // *Programming and Economi cs*, vol. 1, Addison - Wesley Publish ing Company, Inc., Reading, Mass., 1959, chap. 7

References

1. Sushkov S. I., Burmistrova O. N., Pilnik Y. N. *Principy reshenija zadach upravlenija v mnogourovnevnyh transportno-proizvodstvennyh sistemah lesnogo kompleksa* [Principles of management tasks in a multitier transport and production systems forest complex]. *Fundamental'nye issledovanija* [Fundamental research]. 2015, no. 11, Part 2, pp. 317-321. (In Russian).
2. Sushkov S.I., Pilnik Y. N., Arutyunyan A. Y. *Metodika formirovanija i upravlenija transportnymi svjazjami lesnyh predpriyatij* [Methods of formation and management of transport links forest enterprises] *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija* [Modern problems of science and education]. 2015, no. 2, Part 2, Available at: <http://www.science-education.ru/129-22663>. (In Russian).
3. Dantzig G.B. Large - Scale System Optimzation: A. Review, *Operations Research Optimization*, University of California at Berkeley, Rept. Orc 65 - 9, 1965
4. Mesarovic M.D., Macko D., and Takahara Y., *Theory of Multi - Level Nierarchical Systems*, Academic Precc, 1970.
5. Wagner N.M., *A Linear Prodrammng Solutionto Dynamic Leontiet Type Models*, *Manugement Sci.*, 1957, no. 3, pp 234-254
6. Benders J.F. Partitioning Procedures for Solving Mixed-Variables Programming Problems. *Numerische Mathematik*. 1962, 2, pp 238-252.
7. Rockafellar R.T. *Convex Functionsand Dual Exbremum Problems*. Ph. D. Thesis, Harvard University, 1963.
8. Valentine F.A. *Convex Sets*, Mc Graw - Hcll, Lnc., New York, 1964.
9. Falk J.E. *Lagrange Multipliers and Nonlinear Programming*, *J. Math, Anal, Appl.*, 19, 1967, no. 1.
10. Karlin S. *Mathematical Metlods and Theory in Games, Programming and Economi cs*, Vol. 1, Addison - Wesley Publish ing Company, Inc., Reading, Mass., 1959, chap. 7

Сведения об авторах

Сушков Сергей Иванович – заведующий кафедрой промышленного транспорта, строительства и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», доктор технических наук, профессор, г. Воронеж, Российская Федерация, e-mail: S.I.Sushkov@mail.ru.

Бурмистрова Ольга Николаевна – заведующий кафедрой технологий и машин лесозаготовок ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», доктор технических наук, профессор, г. Ухта, Российская Федерация; e-mail: oburmistrova@ugtu.net.

Пильник Юлия Николаевна – доцент ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», кандидат технических наук, г. Ухта, Российская Федерация; e-mail: ypilnik@mail.ru.

Information about the authors

Sushkov Sergey Ivanovich – Head of the Department of Industrial Transport, Civil Engineering and Geodesy, Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», DSc in Engineering, Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: SISushkov@mail.ru.

Burmistrova Olga Nikolaevna – Head of technology and machines harvesting and engineering geodesy, Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Ukhta State Technical University», DSc in Engineering, Professor, Ukhta, Russian Federation; e-mail: oburmistrova@ugtu.net.

Pilnik Yulia Nikolaevna – Associate Professor, Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Ukhta State Technical University», PhD in Engineering, Ukhta, Russian Federation; e-mail: ypilnik@mail.ru.