

Пути повышения эффективности трансграничного транспорта продукции лесозаготовок

В.А. Шаин^а, А.П. Соколов^б

Институт лесных, инженерных и строительных наук Петрозаводского государственного университета, ул. Ленина 33, Петрозаводск, Россия

^аvsevolod.shain@yahoo.com, ^бa_sokolov@psu.karelia.ru

Статья поступила 15.03.2016, принята 21.04.2016

Процесс международных перевозок лесоматериалов сложен в организации и связан с высокими затратами. Снижение таких затрат и, следовательно, повышение экономической эффективности перевозок — важная проблема, решение которой требует глубокого и всестороннего подхода. В статье раскрывается актуальность проблемы совершенствования международных перевозок лесоматериалов, предлагается способ ее решения — оптимизация процесса транспортировки на всех его стадиях. Данный способ заключается в решении следующих задач: выбор модели транспортировки и определение вида (видов) транспорта; выбор типов транспортных средств; выбор схемы транспортировки; размещение промежуточных складов и учет расположения делянок; учет и обоснование параметров функционирования пограничных переходов; определение маршрутов и синтез транспортных планов; обоснование мощностей на перевозках. Для каждой из перечисленных задач даются описание и область применения. Для получения качественного результата необходимо решение всех задач в совокупности. Предложенный подход опирается преимущественно на методы оптимизации и имитационного моделирования и требует наличия специального компьютерного инструмента для поддержки принятия решений в области международных перевозок лесоматериалов. Использование представленного в статье подхода позволит существенно повысить экономическую эффективность данного вида перевозок.

Ключевые слова: заготовка древесины; лесная логистика; лесозаготовительное предприятие.

Ways to improve the efficiency of cross-border transportation for wood harvesting products

V.A. Shain^а, A.P. Sokolov^б

Petrozavodsk State University; 33, Lenina St., Petrozavodsk, Russia

^аvsevolod.shain@yahoo.com, ^бa_sokolov@psu.karelia.ru

Received 15.03.2016, accepted 21.04.2016

The process of international timber transportation is difficult to arrange and is very costly. Reducing such costs and, therefore, increasing the transportation economic efficiency is an important problem. Its solution requires a thorough and all-round approach. The article deals with urgency of the problem of improving the international timber transportation and provides the method for solving the problem which is optimization of the production process at all its stages. This method consists in the following problems: selection the transportation model and the definition of the type(s) of transport; vehicle selection; choice of transportation scheme; placing the intermediate storage and study of the location of the plots; study operating parameters for border-crossing points; route determination and transport plan generation; study of the transportation capacity. The article gives close description and areas of application for each of the tasks presented. To obtain the best results, it is necessary to solve all the problems together. The approach proposed is based mainly on the methods of optimization and simulation and requires a special computer tool to support decision making in the field of international timber transportation. By using the approach presented in the article, it will be possible to increase significantly the economic efficiency of this type of transportation.

Key words: wood harvesting; forest logistics; wood harvesting enterprise.

Введение

Проблема совершенствования международных перевозок леса является актуальной, так как экспорт деловой древесины — это важная статья в экономике нашей страны, а сам процесс транспортировки за границу является более затратным, нежели местные перевозки, и не всегда максимально эффективен. Причины заключаются в использовании неэффективных моделей транспортировки, неправильном соотношении используемых видов

транспортировки при мультимодальных перевозках, нерациональном выборе транспортных средств, потере времени при прохождении процедуры таможенного контроля, простоях, неэффективных транспортных планах. Таким образом, необходимо принять ряд мер для повышения экономической эффективности данного вида грузоперевозок. Одна из таких мер — оптимизация производственного процесса перевозок, которая заключается в решении следующих задач.

1. Выбор модели транспортировки и определение вида (видов) транспорта.
2. Выбор типов транспортных средств.
3. Выбор схемы транспортировки.
4. Размещение промежуточных складов и учет расположения делянок.
5. Учет и обоснование параметров функционирования пограничных переходов.
6. Определение маршрутов и синтез транспортных планов.
7. Обоснование мощностей на перевозках.

Выбор модели транспортировки и вида используемого транспорта. Выбор модели транспортировки и выбор вида транспорта — это комплексная задача, оптимальное решение которой позволит сократить транспортные издержки за счет использования наиболее эффективного в данных условиях способа транспортировки древесины заграничному потребителю. Как показывает практика, единой методики для выбора и обоснования модели транспортировки и видов транспортных средств не существует, в связи с чем предприятия подвержены риску увеличения стоимости перевозок вследствие недостаточно эффективного способа транспортировки.

Существуют две принципиальные модели транспортировки — унимодальная и мультимодальная. При унимодальной транспортировке используется один вид транспорта. Такая модель применяется при отсутствии необходимости в использовании нескольких видов транспорта. При возможности нескольких альтернативных видов транспортировки выбор необходимо обосновать исходя из наименьших транспортных, эксплуатационных и организационных затрат.

Мультимодальные перевозки являются более гибкими, и позволяют получать выгоду при использовании нескольких альтернативных видов транспортировки для разных условий. К примеру, потребители на расстоянии до 100 км обслуживаются лесовозными автопоездами, более 100 км — железнодорожным транспортом. Выбор вида транспорта для данной модели необходимо обосновать исходя из целесообразности его использования для различных ситуаций, а также наименьших затрат.

При решении данной задачи необходимо учитывать ряд факторов, в том числе: транспортную структуру региона; возможность использования различных видов транспорта для задействованных делянок и промежуточных складов; расстояния до потребителей; стоимость перевозки, хранения и перевалки для того или иного вида транспорта.

Выбор типа транспортных средств. Под типом подразумеваются марка, модель, конструктивные особенности транспорта. От выбора типа того или иного транспортного средства зависят эксплуатационные затраты на перевозку. Соответственно, чем экономичнее транспортное средство, чем лучше оно приспособлено к тем или иным условиям перевозок, тем меньше транспортные затраты. Данный вопрос актуален для автомобильных перевозок древесины. Как показывает практика, предприятия используют транспортные средства, которые имеются в наличии. Мероприятия, по-

зволяющие выявить наиболее эффективные типы транспортных средств, не проводятся, что связано с высокими затратами, а также отсутствием единого алгоритма и методологии их проведения.

При решении данной задачи необходимо учитывать технические характеристики транспортных средств (грузоподъемность, вместимость и др.), а также функциональные свойства (экономичность, проходимость и т. п.).

Выбор схемы транспортировки. Международные перевозки древесины автомобильным транспортом могут осуществляться по двум принципиальным схемам: двухэтапной и в один этап. При двухэтапной схеме лес с делянки поставляется на место временного хранения — промежуточный склад и далее потребителю. При этом возникают повышенные транспортные затраты, связанные с большим количеством рейсов, а также расходы на хранение и погрузочно-разгрузочные операции внутри складов. Положительным качеством данной схемы является возможность мультимодальных перевозок, использования различных типов транспортных средств при унимодальных перевозках, а также наличие страхового запаса древесины на промежуточном складе.

При перевозке в один этап лес поставляется потребителю непосредственно с делянки. Данная схема привлекательна низкими транспортными затратами и отсутствием складских издержек, однако сложна организационно и унимодальна.

Выбор схемы транспортировки требует обоснования исходя из ее экономической эффективности в заданных условиях. Для этого необходимо провести сравнение различных схем транспортировки для одних и тех же условий и выявить наиболее эффективную. Данный процесс весьма трудоемок и требует наличия специального алгоритма принятия решений.

Расположение промежуточных складов и учет расположения делянок. Задача оптимального расположения промежуточных складов актуальна в случае мультимодальных перевозок, а так же при использовании двухэтапной схемы транспортировки древесины автомобильным транспортом. От правильного их расположения зависят затраты на транспортировку древесины, а так же ее качество.

Для решение данной задачи необходимо учитывать:

- возможности использования различных типов транспортных средств и применения мультимодальных перевозок;
- зоны охвата делянок, обслуживающих склад (т. е. учет потенциальных поставщиков древесины на склад). Склад необходимо расположить так, чтобы суммарное расстояние доставки лесоматериалов со всех делянок было минимальным;
- зоны охвата местных потребителей (для осуществления кольцевых маршрутов).

Учет расположения делянок актуален для схемы транспортировки древесины в один этап и необходим для создания оптимального транспортного плана вывоза древесины заграничным потребителям. От верного выбора делянок, обслуживающих потребителей, зависят затраты на транспортировку, а также ее качество.

Решение данной задачи предполагает:

- выбор делянок, находящиеся в максимально выгодных транспортных условиях по отношению к потребителю, т. е. делянок, при перевозке с которых транспортные затраты будут минимальными;

- сопоставление планового объема, установленного контрактом на поставку древесины, с возможностями делянок, что позволит исключить перебои в поставках, связанные с дефицитом а также создать оптимальный план транспортировки леса заграничным потребителям;

- учет зоны охвата альтернативных и потенциальных потребителей, в том числе заграничных. Это позволит расширить возможности делянки в плане обслуживания нескольких потребителей.

Стоит заметить, что диапазон решений при выборе делянок ограничен. Это связано с тем, что лесосырьевая база лесозаготовительного предприятия должна осваиваться равномерно, и отвод делянок согласуется с соответствующим органом управления лесным хозяйством.

Учет и обоснование параметров функционирования пограничных переходов. Характерной особенностью международных перевозок является необходимость пересечения государственных границ через специальные контрольно-пропускные пункты (КПП). На КПП транспортные средства и грузы подвергаются таможенному досмотру, который занимает некоторый промежуток времени. Как показывает практика, досмотр лесовозного автопоезда на Международном автомобильном пункте пропуска «Вяртсиля» (российско-финляндская граница) может занимать от 15 мин до нескольких часов, в зависимости от загруженности пропускного пункта.

Потери времени при прохождении границы сказываются на затратах, связанных с международными перевозками древесины. Для минимизации потерь необходимо провести исследование работы пограничных КПП — учесть их пропускную способность, периоды максимальной и минимальной загруженности, расписание

работы. Исходя из полученных данных, необходимо выбрать наиболее «выгодный» КПП, через который будет осуществляться транспортировка, а также время суток, когда он минимально загружен. Полученные данные необходимо использовать с целью внесения корректировок в транспортный план международных перевозок древесины.

Определение маршрутов и синтез транспортных планов. Задача определения маршрутов базируется на теории логистики и заключается в выборе оптимального маршрута следования с минимальными транспортными затратами. Данный вопрос особенно важен для автомобильного транспорта. Под маршрутом следования понимается длина пути, который пройдет транспортное средство от точки погрузки до точки выгрузки.

Для того, чтобы снизить затраты на пройденный транспортным средством путь, необходимо минимизировать расстояние вывозки (в случае с наземным транспортом — учесть скоростные режимы дорог, их состояние, а также альтернативные пути следования в связи с возникновением запланированных или внештатных ситуаций, блокирующих движение по дорогам). Чем короче путь и качественнее дорожное покрытие, тем меньше времени будет затрачено на один рейс транспортного средства, а, значит, будут ниже транспортные расходы.

В процессе перевозки древесины заграничным потребителям возникают ситуации, когда транспортные средства совершают слишком большой холостой ход, что говорит о неполном использовании производственных мощностей и увеличивает соответствующие затраты. Для минимизации таких затрат необходимо генерировать специальные транспортные планы, включающие совокупность всех сменных заданий для каждого автомобиля с указанием мест погрузки, разгрузки, типа перевозимых лесоматериалов и прочей информации.

Элементарный пример транспортного плана представлен схемой кольцевого маршрута (рис. 1).

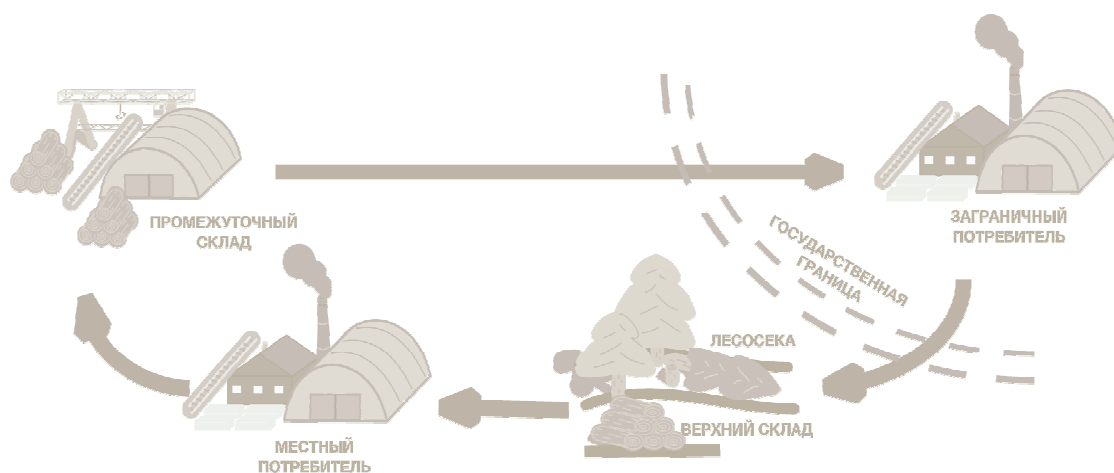


Рис. 1. Схема кольцевого маршрута

Согласно данной схеме лес транспортируется заграничному потребителю с промежуточного склада, затем на обратном пути лесовоз загружает древесину на делянке по пути следования и посещает местного потребителя, также находящегося по пути следования до промежуточного склада. Такая схема позволяет задействовать лесной транспорт на всех этапах международных перевозок и существенно уменьшить холостой ход.

Выбор маршрута и транспортного плана для международных перевозок древесины необходимо обосновать, исходя из экономической эффективности. Иными словами, из совокупности маршрутов и транспортных планов следует выбрать наиболее эффективный.

Обоснование производственных мощностей на перевозках древесины. Данная задача заключается в выборе и обосновании количества транспортных средств, задействованных в транспортировке древесины, с учетом их технических и эксплуатационных характеристик. Оптимальным решением задачи является тот случай, при котором минимальное количество транспортных средств будет обеспечивать плановый объем вывозки за заданный промежуток времени.

Заключение

Решение всех задач по оптимизации производственных процессов международных перевозок древесины в комплексе может существенно повысить эффективность данного типа операций, однако сам процесс оптимизации требует наличия серьезной математической базы и является весьма трудоемким, так как основывается на методе имитационного моделирования. В связи с этим не каждое предприятие может себе позволить проведение исследований, необходимых для принятия соответствующих решений. Отсюда возникает потребность в создании единого мощного компьютерного инструмента для поддержки принятия решений в области международных перевозок древесины. Подобные инструменты уже существуют, однако они не способны решать задачи оптимизации в совокупности и обладают сложным интерфейсом.

Работа выполнена в соответствии с Программой стратегического развития Петрозаводского государственного университета на 2012–2016 гг

Литература

1. Герасимов Ю.Ю., Соколов А.П. Методика принятия решений по оптимизации лесозаготовительных планов // Науч. журн. КубГАУ. 2011. № 5 (69). С. 320-334.
2. Соколов А.П. Оптимизация логистики лесозаготовок // Resources and Technology. 2012. № 9 (2). С. 117-128.
3. Соколов А.П., Герасимов Ю.Ю. Система лесозаготовительной логистики для сортиментной технологии с учетом возможности заготовки топливной древесины // Лесной вестник - МГУЛ. 2013. № 1 (93). С. 145-149.
4. Соколов А. П., Герасимов Ю.Ю. Функциональная логистика лесозаготовительного предприятия. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2014. 86 с.
5. Соколов, А.П., Сюнев В.С. Логистическая концепция организации лесозаготовительного производства // Учен. зап. ПетрГУ. 2014. № 4 (141). С. 88-94.

6. Соколов А.П. Особенности функциональной логистики лесозаготовок // Resources and Technology. 2014. Т. 11, № 1. С. 50-65.

7. Соколов А.П. Совершенствование международных автомобильных перевозок древесины // Науч. журн. КубГАУ. 2014. № 102 (08). С. 322-333.

8. Шайн В.А., Соколов А.П. Совершенствование международных автомобильных перевозок древесины // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. ст. Брянск: Брян. гос. инж.-технол. акад., 2014. № 40. С. 35-38.

9. Gerasimov Y.Y., Sokolov A.P., Karjalainen T. GIS-based Decision-Support Program for Planning and Analyzing Short-Wood Transport in Russia // Croatian Journal of Forest Engineering. 2008. Vol. 29, № 2. P. 163-175.

10. Gerasimov Y., Sokolov A., Siounev V. Optimization of industrial and fuel wood supply chain associated with cut-to-length harvesting. // Systems. Methods. Technologies. 2011. № 3 (11). P. 118-124.

11. Gerasimov Yu.Yu., Sokolov A.P., Fjeld D. Improving Cut-to-length Operations Management in Russian Logging Companies Using a New Decision Support System // Baltic Forestry. 2013. Vol. 19, № 1 (36). P. 89-105.

12. Sokolov A.P., Syunev V.S. A toolset of decision support systems for wood harvesting and forest bioenergy logistics in Russia // Renewable energy sources and clean technologies: Proceedings of 14th international multidisciplinary scientific conference SGEM 2014. Albena: STEF92 Technology, 2014. Vol.1. P. 3-10.

13. Nurminen, T., Heinonen, J. Characteristics and time consumption of timber trucking in Finland. Silva Fennica. 2007. № 41 (3). P. 471-487.

14. Audy J.F., Moreira M.P., Westlund K., D'Amours S., LeBel L., Roßnqvist M. Alternative logistics' concepts fitting different wood supply situations and markets // Montreal: CIRRELT, 2012. 348 p.

15. Prim R.C. Shortest connection networks and some generalizations // Bell System Technical Journal, 1957. Vol. 36. P. 1389-1401.

16. Clarke G., Right J.W. Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points // Operations Research, 1963. Vol. 11. P. 568-581.

References

1. Gerasimov Yu.Yu., Sokolov A.P. Methods of decision-making to optimize the logging plans KubSAU // Scientific Journal of KubSAU. 2011. № 5 (69). P. 320-334.
2. Sokolov A.P. Optimizing harvesting logistics // Resources and Technology. 2012. № 9 (2). P. 117-128.
3. Sokolov A.P., Gerasimov Yu.Yu. Forestry logistics system for CTL technology with the possibility of fuelwood // Moscow state forest university bulletin - Lesnoy vestnik. 2013. № 1 (93). P. 145-149.
4. Sokolov A. P., Gerasimov Yu.Yu. Functional logistics function, a timber company. Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU, 2014. 86 p.
5. Sokolov, A.P., Syunev V.S. Logistical concept of the organization timber production // Proceedings of Petrozavodsk State University. 2014. № 4 (141). P. 88-94.
6. Sokolov A.P. Features functional logistics logging // Resources and Technology. 2014. Т. 11, № 1. P. 50-65.
7. Sokolov A.P. Improving the international road transport of timber // Scientific Journal of KubSAU. 2014. № 102 (08). P. 322-333.
8. Shain V.A., Sokolov A.P. Improving the international road transport of timber // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa sb. nauch. st. Bryansk: Bryan. gos. inzh.-tekhno. akad., 2014. № 40. P. 35-38.

9. Gerasimov Y.Y., Sokolov A.P., Karjalainen T. GIS-based Decision-Support Program for Planning and Analyzing Short-Wood Transport in Russia // Croatian Journal of Forest Engineering. 2008. Vol. 29, № 2. P. 163-175.

10. Gerasimov Y., Sokolov A., Siounev V. Optimization of industrial and fuel wood supply chain associated with cut-to-length harvesting // Systems. Methods. Technologies. 2011. № 3 (11). P. 118-124.

11. Gerasimov Yu.Yu., Sokolov A.P., Fjeld D. Improving Cut-to-length Operations Management in Russian Logging Companies Using a New Decision Support System // Baltic Forestry. 2013. Vol. 19, № 1 (36). P. 89-105.

12. Sokolov A.P., Syunev V.S. A toolset of decision support systems for wood harvesting and forest bioenergy logistics in Russia // Renewable energy sources and clean technologies: Proceedings of 14th international multidisciplinary scientific geocon-

ference SGEM 2014. Albena: STEF92 Technology, 2014. Vol. 1. P. 3-10.

13. Nurminen, T., Heinonen, J. Characteristics and time consumption of timber trucking in Finland. Silva Fennica. 2007. № 41 (3). P. 471-487.

14. Audy J.F., Moreira M.P., Westlund K., D'Amours S., LeBel L., Ronnqvist M. Alternative logistics' concepts fitting different wood supply situations and markets // Montreal: CIRRELT, 2012. 348 p.

15. Prim R.C. Shortest connection networks and some generalizations // Bell System Technical Journal, 1957. Vol. 36. P. 1389-1401.

16. Clarke G., Right J.W. Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points // Operations Research, 1963. Vol. 11. P. 568-581

УДК 621.01:631.3.031

DOI: 10.18324/2077-5415-2016-2-163-169

Метод анализа технологических машин для лесного хозяйства

В.Н. Коршун^a, А.И. Карнаухов^b, И.В. Кухар^c

Сибирский государственный технологический университет, пр. Мира 82, Красноярск, Россия

^akorshun_viktor@mail.ru, ^bsky_angel_33@mail.ru, ^crahuk.dela@mail.ru

Статья поступила 20.02.2016, принята 23.03.2016

Предложен метод динамического анализа технологической машины с механическим подводом энергии к рабочим органам. Приведено понятие технологической машины как технической системы, взаимодействующей с предметом труда. По принципу функционирования механической энергии составлена структурная схема технической системы, включающей рабочий орган, двигатель, передаточный механизм и движитель. В качестве динамической модели элементов системы взяты их механические характеристики — зависимости движущего момента от угловой скорости, определяющие мощность. Представлен анализ механических характеристик рабочих процессов в лесном хозяйстве — вспашка почвы, прессование хвои, резание материалов. Дан краткий анализ динамических моделей управления технологическими операциями в технологических машинах. Приведен пример синтеза энергосберегающих параметров машинного агрегата, включающего в себя электродвигатель, упруго-диссипативную муфту и рабочий орган.

Ключевые слова: энергосбережение; технологическая машина; механическая энергия; вращающий момент; угловая скорость; динамическая модель; рабочий процесс; лесное хозяйство.

Analysis method for forestry technological machines

V.N. Korshun^a, A.I. Karnaukhov^b, I.V. Kuhar^c

Siberian State Technological University; 82, Mira ave., Krasnoyarsk, Russia

^akorshun_viktor@mail.ru, ^bsky_angel_33@mail.ru, ^crahuk.dela@mail.ru

Received 20.02.2016, accepted 23.03.2016

Dynamic analysis method has been proposed for a technological machine with power-driven rotary actuator. The concept of a technological machine as a technical system that interacts with the processed materials has been presented. According to the principle of mechanical energy functioning, the structural scheme of the technical system has been made, which includes processing actuator, engine, transmission and mover. Mechanical properties of the system elements, such as driving torque and angular velocity, have been taken as a dynamic model of the system elements. Power is a vector multiplication of the driving torque to the angular velocity. Analysis of mechanical properties of working processes in forestry (plowing, pressing conifer needles, cutting of materials) has been presented. A brief analysis has been done for dynamic models of technological operation control in forestry technological machines. An example of the synthesis of energy-saving parameters of a machine unit has been given, including the motor, elastic-dissipative coupling and a working body.

Key words: energy efficiency; technological machine; mechanical energy; driving torque; angular velocity; dynamic model; working process; forestry.