

Постановка задачи оптимизации портфеля заказов лесозаготовительных предприятий в технологических сетях лесопромышленных производств

И.Р. Шегельман, Л.В. Щеголева, П.В. Будник

Петрозаводский государственный университет

Аннотация: Для повышения эффективности предприятий лесопромышленного комплекса необходимо обеспечить оптимальный баланс производства и потребления биомассы дерева. Решение этой задачи требует оптимизации портфеля заказов лесозаготовительного предприятия с точки зрения лесозаготовителей и лесопотребителей как единой системы по заготовке и переработки древесины. В работе приведена постановка данной задачи.

Ключевые слова: технологическая сеть, оптимизация портфеля заказов, оптимальная раскрывка, сквозной технологический процесс, рациональное использование древесины.

Анализ состояния лесопромышленного комплекса показывает, что для повышения эффективности лесопромышленных производств необходимо решить проблему, связанную с увязыванием лесозаготовительных, деревообрабатывающих, целлюлозно-бумажных и лесохимических производств в единую систему по заготовке и переработки биомассы дерева. Такая проблема включает задачи планирования, управления материально-транспортными потоками, построения оптимального баланса производства и потребления биомассы дерева, выбора оптимального комплекта машин и оборудования.

Для решения перечисленных задач может использоваться разработанная в Петрозаводском государственном университете и успешно применяемая методология анализа и синтеза сквозных технологических процессов по заготовке и переработке биомассы древесины [1 – 4]. Методология основывается на эвристических методах решения изобретательских задач, где центральное место занимает метод Функционально-технологического анализа, а также на методах математического анализа, в частности, линейное и динамическое программирование, имитационное моделирование, теория очередей и др.

Функционально-технологический анализ процесса заготовки и переработки биомассы древесины показывает, что для повышения эффективности функционирования лесопромышленного комплекса должна быть решена проблема построения оптимального баланса производства и потребления биомассы древесины.

Традиционно в задачах такого вида для замкнутой транспортно-производственной системы в качестве исходных данных предполагаются известными объемы производства лесоматериалов [5 – 6]. При этом лесоматериалы рассматриваются в разрезе пород, диаметров, длин, назначения и других характеристик с зафиксированными объемами запасов на лесосеке, суммарно составляющими общий запас леса на площади заготовки. Такой подход вполне оправдан при решении задач логистики перевозок лесоматериалов с лесосеки к деревоперерабатывающим предприятиям в условиях заключенных договоров между лесозаготовителями и лесопотребителями.

Однако важно отметить, что освоение лесного фонда предполагает вариантность использования древесины, так как ствол дерева может быть раскряжеван несколькими способами. Каждый вариант раскряжевки дает определенный набор продукции, который может быть переработан лесопотребителями. Таким образом, на практике лесозаготовительное предприятие может варьировать виды вырабатываемых сортиментов и их количество, а, следовательно, возникает задача оптимизации портфеля заказов.

Исследования показывают, что для решения задачи по формированию оптимального портфеля заказов в технологических сетях лесопромышленных производств могут использоваться математическое моделирование, методы оптимизации, а также информационные технологии.

Задача оптимизации портфеля заказов тесно связана с проблемой оптимального раскрытия ствола дерева. Среди отечественных исследований, посвященных анализу процесса оптимальной раскряжевки стволов, можно отметить работы В. С. Петровского, Г. А. Степакова, А. С. Ледяева, И. И. Тихонова, Е. В. Воробьевой и др. [7 – 9]. За рубежом, также ведутся исследования в этом направлении [10 – 11].

Задача оптимальной раскряжевки сводится к определению рациональных вариантов поперечного деления ствола дерева на сортименты, удовлетворяющих определенному условию максимума, в частности, наибольшей стоимости вырабатываемых сортиментов, максимальному использованию древесины стола и др. При этом оптимальность раскрытия рассматривается с точки зрения лесозаготовительного предприятия. Однако при рассмотрении некоторой совокупности предприятий лесопромышленного комплекса как единой технологической сети оптимальный портфель заказов должен определяться не только с точки зрения лесозаготовительного предприятия, но и всей технологической сети по заготовке и переработки биомассы древесины в целом.

Такой подход позволяет оптимизировать выбор технологических цепочек производства и потребления лесоматериалов по критерию наиболее выгодного использования лесного фонда. Запасы леса рассматриваются не как зафиксированные объемы лесоматериалов каждого конкретного вида или целевого назначения, а как гибкая система, подстраиваемая под потребности участников рынка лесной продукции с возможностью выбора таких участников. Сортиментный план лесозаготовительного предприятия, а по сути, речь идет о портфеле заказов, динамически формируется в процессе решения задачи выбора лесоперерабатывающих предприятий. При этом логистическая составляющая задачи транспортировки лесоматериалов от лесосеки до лесоперерабатывающих предприятий остается также

востребованной. Таким образом, варьируя способы раскряжевки хлыстов, будут получаться различные варианты использования древесины, что соответствует различным вариантам схем реализации лесоматериалов лесоперерабатывающим предприятиям.

Постановка задача оптимизации портфеля заказов в технологической сети лесопромышленных производств заключается в следующем. Имеются запасы леса с известными значениями его параметров для каждого лесного участка, где предполагается проводить лесозаготовки. Известны лесоперерабатывающие предприятия, для каждого из которых определены виды и необходимые объемы лесоматериалов. Имеется транспортная сеть, соединяющая лесные участки и лесоперерабатывающие предприятия. Необходимо выбрать поставщиков и объемы реализации им лесоматериалов посредством выбора вариантов раскряжевки хлыстов, таким образом, чтобы минимизировать затраты на производство и транспортировку лесоматериалов.

Расчет объемов сортиментов в рамках сортиментного плана может осуществляться исходя из средних значений древостоя (средней высоты дерева и диаметра на высоте груди) или при наличии таксационных данных из распределения диаметров деревьев в древостое. При этом выход сортиментов может быть определен либо по сортиментным таблицам, либо по товарным [12].

Предложенный подход к оптимизации портфеля заказов лесозаготовительных предприятий в технологических сетях лесопромышленных производств позволяет учесть взаимосвязь между лесозаготовителями и лесопотребителями, повысить эффективность функционирования предприятий лесопромышленного комплекса как единой системы и обеспечить рациональное использование биомассы древесины.

Литература

1. Шегельман, И.Р. Обоснование технологических и технических решений для перспективных технологических процессов подготовки биомассы дерева к переработке на щепу: дис. ... докт. техн. наук: 05.21.01 / Шегельман Илья Романович. – СПб., 1997. – 261 с.
2. Будник, П.В. Обоснование технологических решений, повышающих эффективность заготовки сортиментов и лесосечных отходов, на основе функционально-технологического анализа: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01 / Павел Владимирович Будник – Петрозаводск, 2011. – 243 с.
3. Шегельман, И.Р. Некоторые особенности математического описания сквозных процессов лесопромышленных производств на примере технологии заготовки древесины с производством оцилиндрованных бревен для деревянного домостроения // Инженерный вестник Дона, 2014, № 1 URL ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2262
4. Васильев, А.С. Функционально-технологический синтез патентоспособных решений для непрерывного срезания древесно-кустарниковой растительности // Инженерный вестник Дона, 2014, № 3 URL ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2502
5. Соколов, А.П., Сюнёв В.С., Герасимов Ю.Ю., Карьялайнен Т. Оптимизация логистики лесозаготовок // Resources and Technology. 2012. Т. 9. № 2. С. 117-128.
6. Воронов, Р.В., Косицын Д.П., Шабаев А.И., Воронова А.М., Щеголева Л.В. Математическая модель задачи планирования многопередельного производства в лесопромышленном комплексе // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. № 4 (133). С. 101-104.
7. Петровский В.С. Оптимальная раскряжевка лесоматериалов. М.: Лесная пром-сть, 1989. – 288 с.
8. Степаков, Г.А. Оптимизация производства круглых лесоматериалов / Г.А. Степаков. М.: Лесная промышленность, 1974. – 160 с.
9. Воробьева, Е.В. Оптимизация раскряжевки хвойных хлыстов с получением вершинного тонкомерно-короткомерного сырья: автореф. дис. ...

канд. техн. наук: 05.21.01: защищена 02.12.2009 / Воробьева Елена Викторовна – Архангельск, 2009. – 20 с.

10. Pickens James B., Lee Andrew, Lyon Gary W. Optimal Bucking of Northern Hardwoods. Northern Journal of Applied Forestry, Volume 9, Number 4, 1 December 1992, pp. 149-152.

11. Boston K., Murphy G. Value Recovery from Two Mechanized Bucking Operations in the Southeastern United States. Southern Journal of Applied Forestry, Volume 27, Number 4, November 2003, pp. 259-263.

12. Анучин, Н.П. Сортиментные и товарные таблицы / Н.П. Анучин. -7-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. 552 с.

References

1. Shegel'man, I.R. Obosnovanie tekhnologicheskikh i tekhnicheskikh resheniy dlya perspektivnykh tekhnologicheskikh protsessov podgotovki biomassy dereva k pererabotke na shchepu [Justification of technological and technical solutions for advanced technological processes of preparation for processing biomass wood on chips]: dis. ... dokt. tekhn. nauk: 05.21.01. Shegel'man Il'ya Romanovich. SPb., 1997. 261 p.

2. Budnik, P.V. Obosnovanie tekhnologicheskikh resheniy, povyshayushchikh effektivnost' zagotovki sortimentov i lesosechnykh otkhodov, na osnove funktsional'no-tekhnologicheskogo analiza [Substantiation of technological solutions that increase the efficiency of harvesting of logs and logging residues, based on functional and technological analysis]: dis. kand. tekhn. nauk: 05.21.01. Pavle Vladimirovich Budnik. Petrozavodsk, 2011. 243 p.

3. Shegel'man, I.R., Budnik P.V., Demchuk A.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, № 1 URL ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2262

4. Vasil'ev, A.S. Ivashnev M.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, № 3 URL ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2502

5. Sokolov, A.P., Syuney V.S., Gerasimov Yu.Yu., Kar"yalaynen T. Resources and Technology. 2012. T. 9. № 2. pp. 117-128.

6. Voronov, R.V., Kositsyn D.P., Shabaev A.I., Voronova A.M., Shchegoleva L.V. Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2013. № 4 (133). pp. 101-104.



7. Petrovskiy B.C. Optimal'naya raskryazhevka lesomaterialov [Optimal bucking timber]. M.: Lesnaya prom-st', 1989, 288 p.
8. Stepakov, G.A. Optimizatsiya proizvodstva kruglykh lesomaterialov [Optimization of roundwood production]. G.A. Stepakov. M.: Lesnaya promyshlennost', 1974, 160 p.
9. Vorob'eva, E.V. Optimizatsiya raskryazhevki khvoynykh khlystov s polucheniem vershinnogo tonkomerno-korotkomernogo syr'ya [Optimization bucking tree length to obtain vertex part]: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.21.01: zashchishchena 02.12.2009, Vorob'eva Elena Viktorovna, Arkhangel'sk, 2009, 20 p.
10. Pickens James B., Lee Andrew, Lyon Gary W. Optimal Bucking of Northern Hardwoods. Northern Journal of Applied Forestry, Volume 9, Number 4, 1 December 1992, pp. 149-152.
11. Boston K., Murphy G. Value Recovery from Two Mechanized Bucking Operations in the Southeastern United States. Southern Journal of Applied Forestry, Volume 27, Number 4, November 2003, pp. 259-263.
12. Anuchin, N.P. Sortimentnye i tovarnye tablitsy [Assortment and product table]. M.: Lesn. prom-st', 1981, 552 p.