DOI: 10.34706/978-5-8211-0814-2-s3-22 **EDN:** YPRWON

Р.С. Рогулин, И.В. Лебединский

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕПОЧЕК ПОСТАВОК И ОБЪЕМА ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ РИСКА ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рогулин Родион Сергеевич, магистрант направления «Экономика» Владивостокского государственного университета экономики и сервиса, Владивосток, Россия; rafassiaofusa@mail.ru
Лебединский Игорь Валерьевич, студент бакалавриата Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия; lebedinskiy.iv@students.dvfu.ru

Ключевые слова: лесопромышленная отрасль, цепочки поставок, теория принятия решения, математическая оптимизация.

В разгар серьезных экономических и геополитических потрясений страдают цепи поставок. Одной из отраслевых групп, затронутых этой проблемой, является лесная промышленность. Например, компания «Сегежа» – крупнейшая лесопромышленная компания в России и до событий февраля 2022 г. крупнейший экспортер лесоматериалов и сырья из России в Европу сейчас спешно перестраивает свою цепочку поставок в связи с санкциями против России, что приводит к соответствующему снижению прибыли и производительности.

Поскольку Россия является крупным экспортером различных видов сырья, в том числе и древесины, справедливо утверждать, что в современных условиях создание цепочки поставок древесного сырья является актуальным вопросом для лесопромышленных компаний.

Поскольку компании по разным причинам не всегда имеют в аренде лесные кварталы для лесопользования (Рогулин, 2020; Рогулин, 2021), товарные биржи и прямая торговля B2B в пределах Российской Федерации являются подходящим источником сырья для российских компаний. В данной статье основной фокус внимания смещен в сторону взаимодействии между компаниями и товарными биржами.

Существует множество работ по формированию цепей поставок (Рогулин 2022; Гаврилов, 2022; Rinaldi, 2022). Обзор научной литературы (Rinaldi, 2022) показывает, что математические модели и симуляции являются важной частью всех исследований по формированию цепей поставок товаров.

Математические модели в основном используются для управления рисками и устойчивостью, ориентируясь на различные показатели. Имитационные модели используются для анализа различных сценариев риска, изучения влияния разрушительных событий на цепь поставок (Berle, 2013) и тестирования мер по смягчению и снижению риска (Panova, 2018), устойчивости (Schmitt, 2012) и гибкости (Hong, 2015).

Многоцелевые и метаэвристические/эвристические модели встречаются реже. Поэтому авторы в (Hosnavi, 2019) предлагают модель с двумя направлениями оптимизации, а именно риск и устойчивость, а в (Paul, 2017) моделируется эвристический процесс для определения соответствующего плана восстановления в зависимости от типа расстройства.

Из анализа этих работ ясно видно, что не существует единого и эффективного подхода к решению проблем в цепочке поставок товаров от товарных бирж до предприятий.

Цель работы – разработать модель во втором приближении, позволяющую эффективно формировать цепочки поставок сырья и гипотетически отличающуюся тем, что должна находить решение близкое к оптимальному.

Рассмотрим схему работы предприятия и обозначения.

Предприятие каждый день принимает два главных решения: выбор заявок на бирже и расчет объемов производства x_{km} исходя из матрицы норм затрат сырья ($м^3$) A_{lk} на производство товаров типа k из сырья типа l, запаса сырья l на складе в день m – b_{lm}, и цен на реализацию товаров типа k в день m – p_{km}.

Заявки на бирже задаются картежом $\left(i, m, V_{ilrm}, c_{ilrm}, L_r\right)$, где i – номер заявки, m – номер дня, когда она появилась, V_{ilrm} – объем сырья типа l в заявке i из региона r, появившаяся в день m, c_{ilrm} – стоимость V_{ilrm}, L_r – расстояние от региона до склада. Транспортировка предполагается, что происходит по ЖД и затраты включены в p_{km}. $\lambda_{ilrm} = \{0;1\}$ – факт покупки заявки. $T_{r\tilde{m}}$ – показатель времени, за которое заявка, вышедшая в день $\tilde{m}$ из региона r должна дойти до склада. $\gamma_{\tilde{m}m}$ – коэффициент полезного объема сырья, который остался после попадания на склад в день m после покупки его в день $\tilde{m}$.

В большинстве ситуаций можно однозначно утверждать, что невозможно для поставленной задачи получить идеальный прогноз ситуации на бирже. В противном случае можно построить задачу линейного смешанно-целочисленного программирования (далее, ЗЛСЦП), которая включает все рассматриваемые задачи. Ввиду невозможности получения идеального прогноза на весь горизонт планирования получаем динамическую задачу, которая будет решаться каждый день. Тогда можно разделить поиск решения на несколько последовательно выполняющихся этапов:

Подготовительный (номер итерации $iter = 0$).

Проведем расчет параметров $\gamma_{\tilde{m}m}$ – коэффициент порчи сырья, купленного в день $\tilde{m}$ ко дню m ($m \geq \tilde{m}$), $T_{r\tilde{m}}$ – время, за которое выкупленный в день $\tilde{m}$ лот из региона r дойдет до склада путем разыгрывания значений по одному из законов случайных величин.

Будем зачислять на склад выбранные НС заявки в соответствии с пунктом а.

Рассчитать оптимальное решение задач на основе данных предыдущих лет, усреднить показатель суммарного объема сырья на складе в каждый отдельный день – построить регрессию, аппроксимирующую данную траекторию.

Построим задачу F_1 ЗЛСЦП для решения комплексной проблемы – выбор заявок в портфель лотов и об определении объемов производства товаров и будем находить такие решения, где суммарный объем сырья максимально близок к значению регрессии в точке (этого дня). Перейти на шаг 2.

Поиск решения ($iter = iter + 1$).

Каждый день будем решать задачу F_1 с учетом цепочек поставок за предыдущий период.

На основании проведенного краткого обзора литературы была показана актуальность текущего исследования и отсутствие единых методов и подходов к решению задачи формирования цепочек поставок сырья с биржи в условиях неопределенностей. Таким образом, можно утверждать, что разработан алгоритм поиска решения задачи о формирования цепочек поставок сырья с товарно-сырьевой биржи на склад предприятия при наличии рисков. Отмечено, что в случае получения идеального прогноза на весь горизонт планирования можно составить задачу линейного смешанно-целочисленного программирования, в противном случае решать динамическую задачу предлагаемым алгоритмом.

Список используемых источников

1. Рогулин Р.С. Модель оптимизации плана закупок сырья из регионов России лесоперерабатывающим комплексом // Бизнес-информатика. 2020. Т. 14. № 4. С. 19–35.
2. Рогулин Р.С. Математическая модель формирования ценовой политики и плана производственно-транспортной системы лесопромышленного предприятия // Бизнес-информатика. 2021. Т. 15. № 3. С. 60–77.
3. Мазелис Л.С., Рогулин Н.С., Павлюк Р.С. Исследование оптимального расположения в регионах РФ лесопромышленного комплекса // Транспортное дело России. 2022. №2. С. 27–29.
4. Гаврилов П. Сегежа. Как дела у компании. BSC Express. Сентябрь 2022 (Latest version modified on 16.09.2022) [Online] Available: https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/segezha-kak-dela-u-kompanii
5. Rinaldi M., Murino T., Gebennini E., Morea D., Bottani E. A literature review on quantitative models for supply chain risk management: Can they be applied to pandemic disruptions? // Computers & Industrial Engineering. 2022. Vol. 170. Article ID 108329.
6. Berle Ø., Norstad I., Asbjørnslett B.E. Optimization, risk assessment and resilience in LNG transportation systems // Supply Chain Management: An International Journal. 2013. Vol. 18 (3). P. 253–264.
7. Panova Y., Hilletofth P. Managing supply chain risks and delays in construction project // Industrial Management & Data Systems. 2018. Vol. 118 (7). P. 1413–1431.
8. Schmitt A.J., Singh M. A quantitative analysis of disruption risk in a multi-echelon supply chain // International Journal of Production Economics. 2012. Vol. 139 (1). P. 22–32.
9. Hong G. The risk elasticity measure index exploration of supply chain and mechanism research // The Open Cybernetics & Systemics Journal. 2015. Vol. 9 (1). P. 2497–2502.
10. Hosnavi R., Nekooie M.A., Khalili S.M., Tavakoli A. A resilient supply portfolio considering political and disruption risks // International Journal of Industrial and Systems Engineering. 2019. Vol. 31 (2). P. 209–249.
11. Paul S.K., Sarker R., Essam D. A quantitative model for disruption mitigation in a supply chain // European Journal of Operational Research. 2017. Vol. 257 (3). P. 881–895.