

3.6. ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ И ПЛАНИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ В ЗАДАЧЕ ОПТИМИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК КОНТЕЙНЕРНЫХ ГРУЗОВ

Бочкарев А.А., д.э.н., доцент, профессор, Департамент логистики и управления цепями поставок, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Санкт-Петербург;

Бочкарев П.А., к.э.н., преподаватель, Департамент логистики и управления цепями поставок, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Санкт-Петербург;

Франюк Р.А., к.э.н., доцент, Образовательная автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования «Магнитогорский институт дополнительного образования», г. Санкт-Петербург

В течение последних 30 лет методы оптимизационного моделирования стали активно использоваться в планировании и управлении цепями поставок. Учитывая специфику задач планирования в цепях поставок, наибольшую популярность получило линейное программирование и такие его методы, как динамическое программирование, стохастическое программирование и планирование сценариев. Данные методы позволяют проводить оптимизацию цепи поставок по многочисленным базам данных, каждой из которых соответствует сценарий, описывающий различные варианты развития в неопределенном будущем.

Несмотря на достаточно интенсивные исследования в этой области, стохастическое программирование является все еще слабо развитым разделом математического программирования. В стохастическом программировании, больше чем в других разделах теории условных экстремальных задач, значительные трудности возникают не только при разработке методов решения задач, но и при постановке задач, в которых необходимо отразить подчас довольно тонкие ситуации планирования и управления в условиях риска и неопределенности. Отсюда возникает необходимость в разработке новых моделей планирования и управления цепями поставок в условиях неполной информации и методов, позволяющих их исследовать.

В статье рассмотрена проблема применения метода динамического линейного программирования для решения задачи выбора оптимальной стратегии отправки контейнеров с учетом существенной неравномерности загрузки и отправки контейнеров. Предложена математическая модель динамической многопериодной задачи об отправке груженых контейнеров, которая позволяет осуществлять выбор оптимальной стратегии отправки контейнеров с учетом существенной неравномерности их загрузки и отправки с железнодорожной товарной станции. Представлен численный пример, который показывает эффективность использования метода динамического линейного программирования для решения рассмотренной задачи.

Литература

1. Бочкарев А.А. Оптимизация перевозок контейнерных грузов [Текст] / А.А. Бочкарев // Логистика и управление цепями поставок. – 2012. – №1. – С. 43-55.
2. Бочкарев А.А. Процессный подход к моделированию и интегрированному планированию цепи поставок: Теория и методология [Текст] : монография / А.А. Бочкарев. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co, 2011. – 290 с.
3. Гольштейн Е.Г. Специальные направления в линейном программировании [Текст] / Е.Г. Гольштейн, Д.Б. Юдин. – 2-е изд., испр. – М. : КРАСАНД, 2010. – 528 с.
4. Мадера А.Г. Моделирование и принятие решений в менеджменте: руководство для будущих топ-менеджеров [Текст] : учеб. / А.Г. Мадера. – М. : Изд-во ЛКИ, 2015. – 688 с.
5. Шапиро Д. Моделирование цепи поставок [Текст] / Джереми Ф. Шапиро ; пер. с англ. под ред. В.С. Лукинского. – СПб. : Питер, 2006. – 720 с.
6. Юдин Д.Б. Задачи и методы линейного программирования: математические основы и практические задачи [Текст] / Д.Б. Юдин, Е.Г. Гольштейн. – 3-е изд. – М. : ЛИБРОКОМ, 2010. – 320 с.
7. Юдин Д.Б. Математические модели управления в условиях неполной информации: задачи и методы стохастического программирования [Текст] / Д.Б. Юдин. – М. : КРАСАНД, 2017. – 400 с.
8. Юдин Д.Б. Задачи и методы линейного программирования: задачи транспортного типа [Текст] / Д.Б. Юдин, Е.Г. Гольштейн. – 3-е изд. – М. : ЛИБРОКОМ, 2010. – 184 с.
9. Юдин Д.Б. Экстремальные модели в экономике [Текст] / Д.Б. Юдин, А.Д. Юдин. – М. : ЛИБРОКОМ, 2015. – 312 с.
10. Bakir I. et al. Scenario set partition dual bounds for multistage stochastic programming: a hierarchy of bounds and a partition sampling approach [Electronic resource] / I. Bakir, N. Boland, B. Dandurand, A. Erera // J. on computing. – 2016. – Dec. URL: http://www.optimization-online.org/DB_HTML/2016/01/5311.html (дата обращения: 04.07.2018).
11. Bertsekas D.P. Network optimization: continuous and discrete models [Text] / Dimitri P. Bertsekas. – Athena Scientific, Belmont, USA, 1998. – P. 585.
12. Bochkarev A.A. Selection and lot-sizing optimization problem under changing demand [Text] / A.A. Bochkarev, P.A. Bochkarev // Global interdisciplinary business-economics and advancement conference (GIBA) (5-18 may 2014, Clearwater beach, Florida, USA) ; co-ed. prof. dr. Cihan Cobanoglu, prof. dr. Serdar Ongan. – University of South Florida Sarasota-Manatee, USA, 2014. – Pp. 645-651.
13. Christian B. Solution approaches to large scale multistage stochastic programs with endogenous and exogenous uncertainty [Electronic resource] : PhD Dissertation / Brianna Christian. – Auburn, Alabama. – 2017. – Dec. 16. – 196 p. URL: <http://hdl.handle.net/10415/6046>.
14. Defourny B. et al. Multistage stochastic programming: a scenario tree based approach to planning under uncertainty [Electronic resource] / B. Defourny, D. Ernst, L. Wehenkel // University of liege, Belgium. – 2011. URL: <http://hdl.handle.net/2268/80246>.

15. DeMiguel V. What multistage stochastic programming can do for network revenue management [Electronic resource] / V. DeMiguel, N. Mishra ; London business school. – 2006. URL: <http://faculty.london.edu/avmiguel/DeMiguel-Mishra-Manuscript.pdf>.
16. Ding T. et al. Multi-stage stochastic programming with nonanticipativity constraints for expansion of combined power and natural gas systems [Electronic resource] / T. Ding, Y. Hu, Z. Bie // IEEE transactions on power systems. – 2018. – Vol. 33 ; iss. 1. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7921436/>.
17. Farahani R.Z. Facility location: concepts, models, algorithms and case studies [Text] / Reza Zanjirani Farahani. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. – P. 549.
18. Farahmand A. et al. Truncated approximate dynamic programming with task-dependent terminal value [Electronic resource] / A. Farahmand, D.N. Nikovski, Y. Igarashi, H. Konaka // AAAI'16 proceedings of the thirtieth AAAI conference on artificial intelligence. – 2016. – Pp. 3123-3129. URL: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3016340>.
19. Gupta V. Solution strategies for multistage stochastic programming with endogenous uncertainties [Electronic resource] / V. Gupta, I.E. Grossmann // Computers & Chemical engineering. – 2011. – Vol. 35 ; iss. 11. – Pp. 2235-2247. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098135410003601>.
20. Kaňková V. Multistage stochastic programming via autoregressive sequences [Text] / V. Kaňková // Acta oeconomica pragensia. – 2007. – Vol. 2007 ; iss. 4. – Pp. 99-110. URL: <http://www.vse.cz/polek/download.php?jnl=aop&pdf=79.pdf>
21. Philpott A.B. Dynamic sampling algorithms for multi-stage stochastic programs with risk aversion [Electronic resource] / A.B. Philpott, V.L. de Matos // European j. of operational research. – 2012. – Vol. 218 ; iss. 2. – Pp. 470-483. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221711010332>.
22. Powell W.B. What you should know about approximate dynamic programming [Electronic resource] / W.B. Powell // Naval research logistics. – 2009. – Vol. 56 ; iss. 3. – Pp. 239-249. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/nav.20347>.
23. Rockafellar R.T. Duality and optimality in multistage stochastic programming [Electronic resource] / R.T. Rockafellar // Annals of operations research. – 1999. – Vol. 85 ; iss. 0. – Pp. 1-19. URL: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1018909508556>.
24. Saint-Guillain M. et al. A multistage stochastic programming approach to the dynamic and stochastic VRPTW [Electronic resource] / M. Saint-Guillain, Y. Deville, C.A. Solnon // International conference on AI and OR techniques in constraint programming for combinatorial optimization problems CPAIOR. – 2015. – Pp. 357-374. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-18008-3_25.
25. Schwartz R. et al. Limited multistage stochastic programming for water distribution systems optimal operation [Electronic resource] / R. Schwartz, M. Housh, A. Ostfeld // J. of water resources planning and management. – 2016. – Vol. 142 ; iss. 10. URL: <https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/%28ASCE%29WR.1943-5452.0000687>.
26. Sen S. Multistage stochastic decomposition: a bridge between stochastic programming and approximate dynamic programming [Electronic resource] / S. Sen, Z. Zhou // SIAM j. on optimization. – 2014. – Vol. 24 ; iss. 1. – Pp. 127-153. URL: <https://epubs.siam.org/doi/pdf/10.1137/120864854>.
27. Snyder S.A. et al. A scenario optimization model for dynamic reserve site selection [Electronic resource] / S.A. Snyder, R.G. Haight, C.S. ReVelle // Environmental modeling & assessment. – 2004. – Vol. 9 ; iss. 3. – Pp. 179-187. URL: <https://link.springer.com/article/10.1023/B:ENMO.0000049388.71603.7f>.
28. Shapiro A. Inference of statistical bounds for multistage stochastic programming problems [Electronic resource] / A. Shapiro // Mathematical methods of operations research. – 2003. – Vol. 58 ; iss. 1. – Pp. 57-68. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s001860300280>.
29. Suo M.Q. et al. An inventory-theory-based inexact multistage stochastic programming model for water resources management [Electronic resource] / M.Q. Suo, Y.P. Li, G.H. Huang, Y.R. Fan, Z. Li // Mathematical problems in engineering. – 2013. – Vol. 2013. URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/482095>.
30. Zeng Z. Multistage stochastic programming models for pharmaceutical clinical trial planning [Electronic resource] / Z. Zeng, S. Cremaschi // Processes. – 2017. – Vol. 5 ; iss. 4. URL: <https://doi.org/10.3390/pr5040071>.

Ключевые слова

Логистика; распределение; динамическое линейное программирование; планирование сценариев.

Бочкарев Андрей Александрович

Бочкарев Павел Андреевич

Франюк Роман Анатольевич

РЕЦЕНЗИЯ

Статья А.А. Бочкарева, доктора экономических наук, доцента, профессора Департамента логистики и управления цепями поставок Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» – Санкт-Петербург, П.А. Бочкарева, кандидата экономических наук, преподавателя Департамента логистики и управления цепями поставок Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» – Санкт-Петербург и Р.А. Франюка, кандидата экономических наук, доцента Образовательной автономной некоммерческой организации дополнительного профессионального образования «Магнитогорский институт дополнительного образования» посвящена актуальной проблеме применения методов математического программирования к решению задачи выбора оптимальной стратегии отправки контейнеров с железнодорожной товарной станции с учетом существенной неравномерности загрузки и отправки контейнеров.

Авторы справедливо обращают внимание на необходимость в разработке новых моделей планирования и управления цепями поставок в условиях неполной информации и методов, позволяющих их исследовать.

Авторами предложена математическая модель динамической многопериодной задачи об отправке груженых контейнеров, которая позволяет осуществлять выбор оптимальной стратегии отправки контейнеров с учетом существенной неравномерности их загрузки и отправки с железнодорожной товарной станции. Представлен численный пример, который показывает эффективность использования метода динамического линейного программирования для решения рассмотренной задачи.

Статья А.А. Бочкарева, П.А. Бочкарева и Р.А. Франюка удовлетворяет требованиям, предъявляемым к научным публикациям в журнале «Аудит и финансовый анализ», и может быть рекомендована для публикации.

Малевич Ю.В., д.э.н., профессор, декан факультета бизнеса, таможенного дела и экономической безопасности, заведующий кафедрой таможенного дела Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», г. Санкт-Петербург.