

CHOOSING A COMPLETE DELIVERY CIRCUIT FOR MULTIMODAL TRANSPORT OPERATOR

Abstract: Quite often, there are a lot of participants which are included in the process of multimodal transportation organization. It's difficult to organize their work without any delays or failures and to choose the most effective supply chain. Selection of the optimal delivery route is complicated by the fact that the time of logistics operation fulfillment is not known in advance and depends on circumstantial factors, as well as by the fact that cargo delivery time is not the sole criterion for selecting the optimal option. There was developed the unique method of the supply chain which combines the decision of compromised point in order to solve multi criterion problem at three points: minimum, maximum, medium by analogy with calculation of the square of the curvilinear trapezoid according to the Simpson rule. As a result, this method allowed to determine the optimal logistics chain taking into account both the time indeterminacy and expenses in each chain link.

Keywords: optimization, supply chain management, multimodal transportation, multi objective approach.

Authors information:

Andrey Bogdanov

Assoc. Prof., Eng.

Lecturer at Department of Engineering Logistics
At Konstantin Preslavsky – University of Shumen

✉ a.bogdanov@shu.bg

🇬🇧 Bulgaria

Plamen Dyankov

Senior Assistant, DSc, Eng.

Lecturer at Department of Engineering Logistics
At Konstantin Preslavsky – University of Shumen

✉ p.dqnikov@shu.bg

🇬🇧 Bulgaria

Въведение

Съвременната световната икономика е комплекс от национални икономики и типично за тях е да разширят своите международни връзки. Търговските връзки между фирми, разположени в различни страни, се реализират благодарение на транспортни компании. Съвременния транспортен пазар се характеризира с повишена конкурентоспособност на различните видове транспорт. Ето защо мултимодалният транспорт, който позволява да се комбинират предимствата на различните видове транспорт, става все по-популярен. Този транспорт е икономически ефективен, бърз и понякога това е единствения възможен начин да се достави товара.

Освен няколко вида транспорт в мултимодалния превоз има няколко участника във веригата за доставки. Важно е да се обединят усилията на тези участници, да се направи това обединение ефективно, за да може доставката на стоки да е възможно най-бърза и на конкурентна цена. В тази статия е разгледан примерен метод за избор на верига за практическа логистика, който отчита оптимистичните и негативните прогнози за развитието на транспортния сценарий. Такъв метод може да помогне за оптимизиране на мултимодалния транспорт.

Задачата е да се проектира и оптимизира верига за доставки в условията на неопределеност на времето в различни точки от логистичната верига. Днес АРЕС (Asia-Pacific Economic Cooperation - Азиатско-тихоокеанското икономическо сътрудничество) е бързо развиващ се регион. Фигури 1 и 2 [2] показват, че икономическата конкурентоспособност на АРЕС е на високо ниво в сравнение с други страни, поради това се избира посоката Китай-Русия.



Фиг. 1 Обем на вноса



Фиг. 2 Обем на износа

Доставките от Китай се търсят поради все по-динамичния пазар в страната, търговия между Китай и Русия непрекъснато расте и Китай се нарежда на първо място сред руските вносители (Таблица 1) [4].

Таблица 1
Оборот между Русия и Китай

Търговски индикатори	2010	2011	2012
Оборот, млрддолара	59.3	83.5	87.5
Износ, млрддолара	20.3	35.2	35.7
Внос, млрддолара	39.0	48.3	51.7

Ръста на оборота между Русия и Китай през 2012 г. е 5,1% в сравнение с 2011 г. Индикаторите за износ и внос също са се увеличили съответно с 2% и 7,4% съответно. Само за първите четири месеца на 2017 г. търговския оборот между двете държави е нараснал до 24,73 милиарда долара или с 26,2% спрямо същия период на предишната година. Поради това посоката Китай-Русия е актуална и потвърждава необходимостта от разработване на мултимодални технологии и модели на логистични вериги, базирани на тази технологии.

Изчислителен алгоритъм: разработване на граф с диапазони на време и цена

В тази статия логистичната верига е разработена за релацията от точка А (Китай) до точка В (Русия). Моделът на логистичната верига е насочен граф, точките представляват идентификационни елементи на фирмите, а връзките показват технологичните отношения между тях [3]. Така че всички алтернативни решения за доставка от т.А до т.В могат да бъдат представени като насочен граф. Използването на различни изчисления в графа може да помогне да се намерят най-краткият път и да се планира оптимален маршрут. Предимството на този метод е възможността за подробно описание на алгоритмите за управление в графична форма.

Изследването на маршрутите в графа е с цел търсене на най-краткия път, като се разгледат всички възможни варианти за доставка. Поради тази причина графа се

представя като дърво за вземане на решение (метод на дърво на възможностите). Идеята е в разделянето на точките, клоните на дървото, които са от един корен да не се пресичат [5].

След това планирането на логистичната верига се осъществява на два етапа. Най-напред е възможно да се определят операторите за всяка технологична операция (формиране на съвкупност от алтернативни логистични вериги). На второ място, алтернативните варианти на логистичните вериги се изчисляват според изискванията на клиентите за периода на доставка и транспортните разходи [5].

От останалите алтернативни варианти само един се избира според критериалния подход. Този вариант дава решение, което е кратко разстояние в критериите за пространството, за събиране на несъвместими оптимални критерии (метода на идеалната точка) [1]. Като компромисна точка $A_{\text{компромис}}^{\text{идеален}}$ може да се вземе решение, което минимизира сумата от квадратните на относителни отклонения на целевата функция от постигнатите индивидуални стойности.

$$A_{\text{компромис}}^{\text{идеален}} = \left\{ \min A_i \left[\sum_{j=1}^k \frac{F_j(A_i) - F_j}{F_j} \right]^2 \right\} (1)$$

където:

A_i - множество от допустими стойности на целевите променливи;

$i=1, \dots, n$ - брой на целевите променливи;

$j=1, \dots, k$ - брой на оптимизационните критерии;

$F_j(A_i)$ - допустими стойности оптимизационните критерии;

F_j - индивидуални стойности на оптимизационните критерии.

Минимизиране на сумата на квадратните относителни отклонения позволява ефективно да се реши задачата, когато оптимизационните критерии имат различни дименсии.

Намиране на оптимална логистична верига, базирана на правилото на Симпсън

За да се предложи прост алгоритъм за вземане на управленско решение за практическа логистика е разработен оригинален метод, който съчетава решението на компромисна точка с цел решаване на многокритериална задача в три точки: минимум, максимум, средно по аналогов начин с изчисляване на квадрата на криволинеен трапец съгласно правилото на Симпсън. От трансформацията на правилото на Симпсън, се получава наследната формула:

$$A_{\text{идеален}} = \frac{A^{(r^{\text{мин}})} + 4A^{(r^{\text{CP}})} + A^{(r^{\text{макс}})}}{6} (2)$$

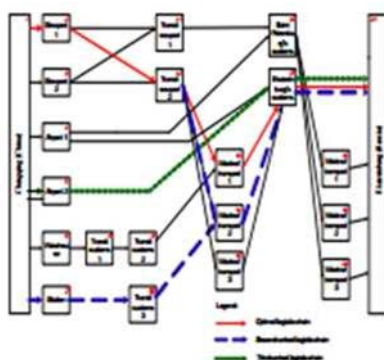
Трудността при търсенето /проектирането/ на логистична верига за всеки клиент отнема време, а изборът на логистичната верига в различни времеви периоди не е еднозначен. В този случай задачата на избора на оптимална логистична верига се определя чрез изброяване и оценка на всички възможни варианти за доставка, което се

извършва чрез математическо програмиране. Но в действителност е трудно да се намери точното решение бързо и този метод може да е невалиден, защото размерът на възможните варианти с увеличаване на времевия период и сложността на решението нарастват експоненциално. По-малка е сложността на субоптималния метод. Този метод е ефективен за решаване на големи практически задачи. Той не осигурява търсенето на оптималното решение, но дава резултати, които са близки до оптималните, ако изчислителната сложност е ниска [1].

Проведени са експерименти, като например доставка на оборудване от т.А до т.В, където факторът време е в неопределен и в определен диапазон. Събрана е информация за всички възможни варианти за доставка: време и цена за всеки етап на транспортиране. Решението е взето съгласно формула (1). Времето t_i и цената c_i се изчисляват за всяко звено на логистичната верига. Има общо 19 опции. 9 от тях преминават през митническата служба на Санкт Петербург - звено №16 и 10 преминават през митническия пункт на т.В – звено №17. За да не се правят изчисления за всяка стойност на времето се предлага да се правят изчисления на три времеви стойности: минимум, максимум и средна стойност. Подчертаните стойности в таблицата са логистична верига с минимум насредно квадратичните отклонения. Според минималните и средните стойности, най-добрият вариант е №4. За максимални времеви стойности най-добрата опция е №15.

***Решение на задача с множество критерии, като се вземат предвид
минималните, средните и максималните точки***

Оптималната верига съгласно формулата 2 има минимална стойност на $A^{идеален}$. От изчисленията оптималната верига е №4, която се състои от морски и автомобилни превози. Второ място са пътищата №19 и №5, като и двата пътя използват железопътен транспорт. Третото място е замаршрут №17. Резултатите от изчисленията съгласно формула(2) са представени в таблица (2) и визуално на фигура 3.



Фиг.3. Оптимална верига за доставки от Китай до Русия

**Табл. 2
Резултатите от изчисленията съгласно формула (2)**

Връзки в логистичната верига							<i>A</i> _{идиал.}	<i>A</i> _{идиал.}	<i>A</i> _{идиал.}	<i>A</i> _{идиал.}
1	2	11	16	18	21	0	0,62	0,57	0,59	0,60
1	2	11	16	19	21	0	0,60	0,54	0,56	0,56
1	2	11	16	20	21	0	0,62	0,54	0,58	0,58
1	2	12	13	17	21	0	0,54	0,54	0,47	0,46
1	2	12	14	17	21	0	0,41	0,53	0,49	0,48
1	2	12	15	17	21	0	0,52	0,76	0,68	0,66
1	3	11	16	18	21	0	0,61	0,56	0,58	0,58
1	3	11	16	19	21	0	0,59	0,53	0,56	0,56
1	3	11	16	20	21	0	0,61	0,53	0,56	0,57
1	3	12	13	17	21	0	0,43	0,57	0,52	0,51
1	3	12	14	17	21	0	0,48	0,55	0,52	0,52
1	3	12	15	17	21	0	0,65	0,80	0,74	0,74
1	4	16	18	21	21	0	0,52	0,57	0,54	0,54
1	4	16	19	21	0	0	0,57	0,58	0,57	0,57
1	4	16	20	21	0	0	0,51	0,51	0,51	0,51
1	4	17	21	0	0	0	0,47	0,75	0,65	0,64
1	5	17	21	0	0	0	0,41	0,70	0,59	0,58
1	6	8	9	13	17	21	0,42	0,66	0,59	0,57
1	7	10	14	17	21	0	0,40	0,53	0,48	0,48

В заключение беше определена оптимална логистична верига, която отчита неопределеността на времето и улеснява оптимизацията на мултимодалния транспорт. Разходите за доставка при тази верига са 5050\$, а времето за доставка е между 50-66 дни.

Този метод е проверен за различни задачи, решавани в практическата логистика и може да се използва за развитие на логистичната верига за доставка, когато времевите периоди във връзките са неизвестни.

Процесът на избор на оптимална верига за доставки за оператор на мултимодални превози е подходяща насока за развитие на бизнеса, има творческо поведение и трябва да отчита особеностите на моделирания обект.

References:

1. Apatsev S.B., Lyovin M, V., Logisticheskie transportno-gruzovыesistemy, Moskva ITs „Akademia“ 2003, 304 str. ISBN 5-7695 1085-4
2. Ezhegodny sbornik targovaya statistika Mezhdunarodnogovalyutnogo fonda (Direction of trade statistics. Yearbook) IMF 2012
3. Ivanov D. A., Logistika. Strategicheskaya kooperatsia, Moskva 2006, 175 str. ISBN 5-9626-022-3
4. Federal Customs Service (Turnover between Russia and China). 2010-2012. <http://www.customs.ru/>
5. Zhuravskaya M. A., Goyacv R.R., Modelling the logisticsal supply chain in conditions of indeterminacy. Ekaterinburg: Herald of the Ural State University of railway transport, vol. 3(15). 2012. pp. 62-69. ISSN 2079-0392