

УДК 656.212

Г. І. КИРИЧЕНКО^{1*}, О. Г. СТРЕЛКО^{2*}, Ю. А. БЕРДНИЧЕНКО^{3*}, О. В. ПЕТРИКОВЕЦЬ^{4*},
О. А. КИРИЧЕНКО^{5*}

^{1*}Каф. «Управління процесами перевезень», Державний економіко-технологічний університет транспорту, вул. Лукашевича, 19, м. Київ, Україна, 03049, тел. +38 (044) 452 12 02, ел. пошта kirichenko@detut.edu.ua, ORCID 0000-0002-6883-1877

^{2*}Каф. «Управління процесами перевезень», Державний економіко-технологічний університет транспорту, вул. Лукашевича, 19, м. Київ, Україна, 03049, тел. +38 (044) 409 24 41, ел. пошта uzt@inbox.ru, ORCID 0000-0003-3173-3373

^{3*}Каф. «Управління процесами перевезень», Державний економіко-технологічний університет транспорту, вул. Лукашевича, 19, м. Київ, Україна, 03049, тел. +38 (044) 452 12 02, ел. пошта yb08@ukr.net, ORCID 0000-0001-7536-7155

^{4*}Каф. «Управління процесами перевезень», Державний економіко-технологічний університет транспорту, вул. Лукашевича, 19, м. Київ, Україна, 03049, тел. +38 (044) 452 12 02, ел. пошта petrikovets@mail.ru, ORCID 0000-0001-5973-2570

^{5*}Дніпропетровське відділення філії ГІОЦ УЗ, вул. Залізничників, 2, м. Кривий Ріг, Україна, 50023, тел. +38 (044) 452 12 02, ел. пошта kirichenko@detut.edu.ua, ORCID 0000-0001-5415-269X

МОДЕЛЮВАННЯ СЦЕНАРІЇВ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ У ЛАНЦЮГАХ ДОСТАВКИ

Мета. Обслуговування клієнтів при доставці вантажів за логістичними принципами передбачає дотримання зобов'язань з виконання встановлених договором термінів доставки. З цією метою пропонується моделювання процесів доставки, серед концептів моделі – використання сценаріїв подій і можливі тимчасові відхилення від нормативів в їх послідовності. **Методика.** Враховуючи особливості технології розробляється графік доставки вантажів. **Результати.** Складання реального графіка доставки вантажів і умов договору в цілому означає мінімізацію витрат за порушення його умов. Розроблено алгоритм, який генерує сценарії подій доставки для визначення контрольно-часових точок відповідно до технологічних норм і практичного досвіду. Дані про відхилення часу реального здійснення подій враховуються в моделі процесу доставки згодом. **Наукова новизна.** У статті досліджено основні чинники, які гальмують процес вантажоперевезень. **Практична значимість.** Вирішення складної багатофакторної проблеми – управління процесом доставки вантажу, що за своєю суттю складає проблему координації функціонування транспортного комплексу в умовах нечіткості та неповної інформаційної визначеності, доцільно здійснити, використовуючи методологію концептуально – логічного відображення та проектного моделювання транспортних систем.

Ключові слова: логістика; технологія; моделі; транспорт; нечіткі множини; сценарій доставки вантажів.

Вступ

Логістика відноситься до спільного, для всієї транспортної галузі, сектору надання послуг з доставки вантажів. За логістичними процесами між підприємствами закріпилась назва «управління ланцюгами постачань» – «Supply Chain Management». Питанням моделювання процесів доставки вантажів приділяється достатньо уваги в багатьох публікаціях [1, 4, 5, 7, 8, 9,], в яких відмічається ефективність та необхідність виконання сучасних досліджень за допомогою теорії нечітких множин. Фахівці з теорії логістики стверджують [9, 10, 11, 12, 13], що наразі не існує конкуренції бізнесу – існує конкуренція Supply Chain Management (SCM).

Мета

Дотримання встановлених часових параметрів договору між учасниками ланцюгів постачань є основою організації процесів доставки.

В такому аспекті є актуальним складання та контролінг виконання контактних графіків [6], що можливо використовувати для взаємодії учасників ланцюгів – різних видів транспорту, контролюючих органів та отримувачів послуги.

Методика

Метод складання контрольно-часових точок (КТЧ) [2, 3] дозволяє встановити графікові точки знаходження вантажу на шляху прямування як на залізниці, так і при передачі вантажу на інші види транспорту, на місця зберігання, тощо. Такий метод дозволяє визначити КТЧ також на місцях стикування у контактних графіках, технологія доставки відповідно якої він складається, є предметом Договору між отримувачем послуги та організатором SCM. Слід враховувати, що визначення КТЧ з урахуванням практичного досвіду, знань про можливі часові відхилення від нормативів означає мінімізацію витрат за порушення термінів доставки.

При розробці технології та графіку її виконання, а особливо при встановленні КТЧ на стиках, при контакті різних видів транспорту, необхідно враховувати умови невизначеності та наявності багатьох варіантів здійснення подій, зміни їх послідовності, що супроводжують та впливають на процеси доставки вантажів. Ці фактори здійснюють вплив на ситуацію (S) з доставкою вантажу. Варіанти можливої гіпотетичної логічної послідовності ситуацій складаються у сценарії, які складаються на основі нормативів та експертного оцінювання [6].

Для визначення КТЧ моделюються процеси доставки, в якості концептів моделі використовуються сценарії та можливі відхилення КТЧ від плану. На етапі побудови теоретико-множинної моделі [6] треба враховувати, що метамодель процесу доставки партії товару являє собою композицію моделей: моделі процесу, цілей та моделі ризиків. В рамках зазначеної проблеми метамодель $M_1 : On \rightarrow KCT^n$ надамо у вигляді відображення (1), маючи на увазі, що всі концепти, які входять до складу моделі є множинами.

Логіко – семантична модель процесу доставки:

$$M_1 : On \times Ob \times Cb \times Cy \times Cm \rightarrow KCT^n \quad (1)$$

де On – множина операцій ПДВ;

Ob – множина стаціонарних об'єктів (залізничних колій і споруд);

Cb – множина суб'єктів управляючих і приймаючих рішення по ПДВ;

Cy – множина сценаріїв процесів доставки вантажів;

Cm – множина просторових станів вантажів;

Наступний рівень розкриття моделі має наступний вигляд:

$$M_2 : On \times S \times Dx \times t_n \rightarrow Cy;$$

$$M_3 : Ob \times \Delta T \times T \rightarrow On \times T;$$

$$M_4 : D \times On \times I \rightarrow Cm,$$

де S – множина ситуацій ПДВ;

D – множина подій процесу доставки вантажів;

ΔT – множина інтервалів часу виконання операцій ПДВ.

t_n – множина інтервалів часу між подіями

$$t_n = t_i \pm \Delta t_i^n$$

Δt_i^n – середні (прогнозні) відхилення від нормативного часу

Кожний концепт моделі η_1 є або складовим показником, який має власну модель, або первинним параметром (аксіоматичним) – категорією даного процесу [3]. Перелік операцій (On_i) процесів доставки вантажу слід розглядати в сукупності з подіями (Cb_j), тому що початок операції означає подію і навпаки – подія означає зміну стану (Cm_k) вантажу (вагона, поїзда) в контексті початку операції процесу доставки вантажу.

Одним з концептів моделі процесу доставки є сценарій подій з вантажем. Сценарії описують можливі варіанти послідовності подій та вміщують компоненти: події з вантажем та його стан, та, можливі відхилення у часі при здійсненні подій. Концепти сценаріїв:

Вантаж – партія товару – Pt .

Події процесу (з вантажем) – D_i .

Середні (статистичні) відхилення від нормативів з БЗ – Δt_i^n .

Об'єкти переробки вагону з вантажем (партії товару) – Ob .

В подальшому необхідно враховувати, що події, стан вантажу, відхилення від нормативів являють собою нечіткі підмножини, тому що їх наявність, кількість залежить від умов експлуатаційної роботи, середні прогнозні відхилення – від попередньо отриманої інформації, що змінюється.

Сценарії з доставки вантажу складаються на події, що відбуваються:

1. на (сортувальній, дільничній), станції Сц-ст;
2. при прийомі від клієнта на залізницю (забирання), Сц-пр;
3. на дільниці між станціями, Сц-дл;
4. при передачі партії товару до клієнта (від залізниці) Сц-вд;
5. при взаємодії державних митних органів Сц-там;
6. при передаванні вантажу з залізниці на автотранспорт Сц-за;
7. при передаванні вантажу з автотранспорту на залізничний транспорт Сц-зм.



Рис. 1. Сценарій подій на (сортувальній) станції – Сц-ст

$$M_{sc} : Cb_n \times a \rightarrow Cy_n$$

$$M_{CII}^2 : Cb_i \times \Delta t_i^{cu} \times \Delta t_i^n \times T \rightarrow P$$

$$C_{II} : Cb_1 \times Cb_2 \Delta t_1 \times Cb_3 \Delta t_2 \times Cb_4 \Delta t_3 \times Cb_5 \Delta t_4 \times Cb_6 \Delta t_5 \times Cb_7 \Delta t_6 \times Cb_8 \Delta t_7$$

Подія 1 – прибуття вантажу в момент t_1 , Cb_1

Подія 2 – розформування в момент t_2 , Cb_2

$$\Delta t_1 = t_2 - t_1$$

(S_1 – в очікуванні розформування)

Подія 3 – формування в момент t_3 , Cb_3

$$\Delta t_2 = t_3 - t_2$$

(S_2 – під накопиченням)

Подія 4 – перестановка вагону на відправлення в момент t_4 , Cb_4

$$\Delta t_3 = t_4 - t_3$$

(S_3 – очікування при формуванні)

Подія 5 – подача локомотива під состав в момент t_5 , Cb_5

$$\Delta t_4 = t_5 - t_4$$

(S_4 – очікування подачі локомотива)

Подія 6 – відправлення вантажу в момент t_6 , Cb_6

$$\Delta t_5 = t_6 - t_5$$

(S_5 – очікування відправлення сформованого поїзду)

Інтервал між подіями Δt_n , що включає в себе як встановлені технологічним процесом норми часу – t_i , так і відхилення Δt_i^n від норм, що не передбачені ГДВ. Вони можуть виникати в будь-який момент процесу доставки від t_1 до t_6 . Сукупність таких подій утворюють умови невизначеності, вплив яких на процес перевезення необхідно враховувати. Таким чином, кожен подію «супроводжують» концепти моделі – стан очікування та прогнозне відхилення від нормативного часу очікування наступної події.

Можливі сценарії C_{II} на множині Ob – (стаціонарні об'єкти) містять різні комбінації подій – D , сценарії подій на станції та на ділянках між станціями можливо описати єдиним набором подій, наведені у табл.1.

Таблиця 1

Перелік подій для складання сценаріїв процесу доставки

Сц-ст Сц-д	СЦ 1	СЦ 2	...	Сц-ст N
1. Прибуття Cb_1	×	×		×
2. Розформування Cb_2		×		×
3. Формування Cb_3		×		×
4. Перестановка вагону з вантажем на відправлення Cb_4				×
5. Подача локомотива Cb_5				×
6. Відправлення вантажу Cb_6	×	×		×
7. Початок затримки вагона з вини клієнта Cb_7				×
8. Кінець затримки вагона Cb_8				×

Сценарії Сц-спр, або Сц-свд містять данні наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Перелік подій для складання сценаріїв процесу доставки

Сц-спр Сц-свд	СЦ 1	СЦ 2	...	Сц-спр N
.....	×	×		
повідомлення про закінчення вантажних операцій Cb_9	×			×
початок акту про затримку забирання з вини клієнта Cb_{10}	×			×
кінець акту про затримку забирання з вини клієнта Cb_{11}	×			×
.....	×	×		

Сценарії, що описують варіанти події та відхилень від технологічної норми при передачі – прийомі вантажу від клієнта містять значну кількість подій, пов'язаних з юридичними, фінансовими та інформаційними супроводженням умов Договору на доставку вантажу.

Інтервал між подіями Δt_n , включає в себе технологічним процесом норми часу – t_i і відхилення Δt_i^n від норм, що не передбачені ГДВ, табл. 2. Для використання цих даних в моделі

процесу (1) база даних АСКВП УЗ-Є гр.1, 3 табл. 2 доповнена відомостями про технологічні норми виконання операцій гр. 2 та відхилення у часі гр. 4 у процесі доставки, які накопичуються та утворюють базу знань.

Таблиця 3

Склад даних про час здійснення подій

	Нормативний час тех. операцій t_i	T факт	Δt
Прибуття	–	20:02	–
Розформування	25 хв	40 хв	15 хв
Формування	8 год 50 хв	10 год 15 хв	1 год 25 хв
Перестановка вагону з вантажем на відправлення	30 хв	27 хв	– 3 хв
Подача локомотива	40 хв	1 год 20 хв	40 хв
Відправлення вантажу	20 хв	35 хв	15 хв

Результати

Алгоритм, що генерує множину сценаріїв Сц можливих подій D з вантажем Pt у вагоні, як партії товару. Моделювання сценаріїв з урахуванням часу здійснення подій, та можливими відхиленнями від технологічних норм дозволяє визначити прогнозні КТЧ для складання умов договору на доставку вантажу, наближених до реальних експлуатаційної роботи залізниці, зокрема.

Наукова новизна та практична значимість

Наведений алгоритм складання можливих сценаріїв подій з вантажем у вагоні та розрахунку КТЧ визначених подій враховує дані TABL [k, 5] бази даних АСКВП УЗ-Є про відхилення Δt_j відхилення від норм виконання операцій, що супроводжували доставку вантажу.

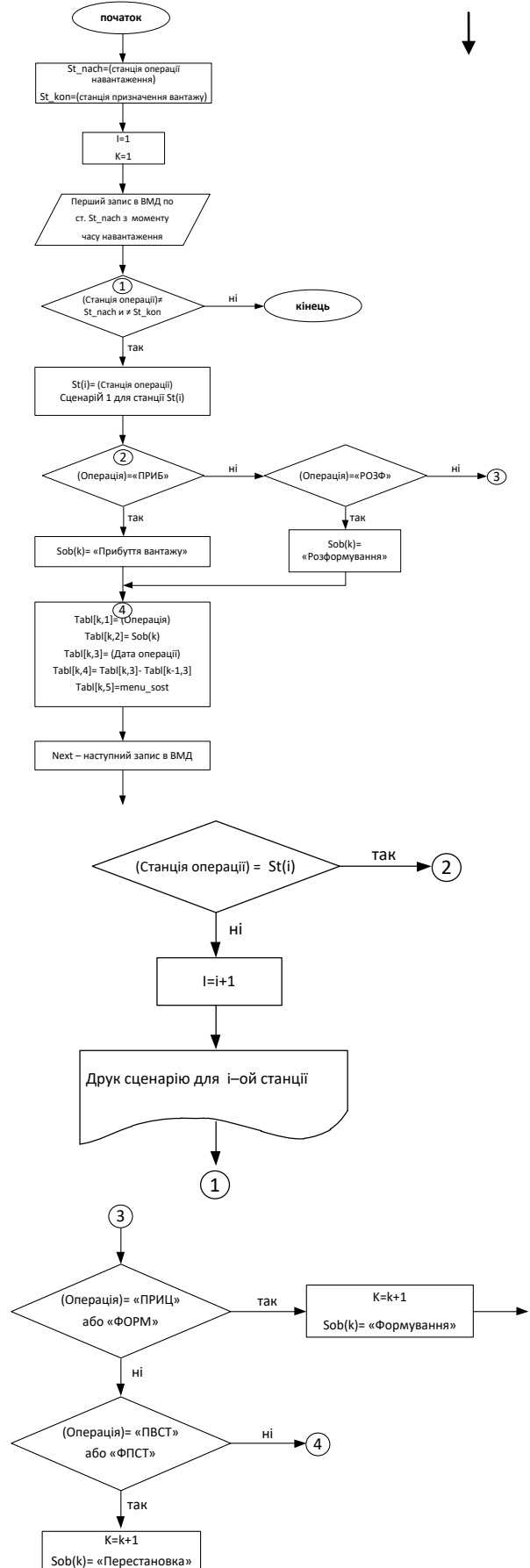


Рис. 2. Блок-схема генерування сценаріїв подій на станціях та визначення КТЧ.

Таблиця 4

Дані АСК ВП УЗ-Є про фактичний час здійснення подій. Станція 37006-Львів

Операції з ВМД	Подія	Дата і час події	Δt_j	Стан (S)
ПРИБ	Прибуття вантажу	12.04.2016 6:20		
РАСФ	Розформування вантажу	12.04.2016 8:35	2:15	В очікуванні розформування
ПВСТ	Перестановка	12.04.2016 13:24	4:49	Очікування при підформування
ПРИЦ	Формування	12.04.2016 13:24	0:00	–
РАСФ	Розформування вантажу	12.04.2016 13:30	0:06	Очікування формування
ФОРМ	Формування	12.04.2016 21:54	8:24	Очікування формування
РАСФ	Розформування вантажу	12.04.2016 22:12	0:18	Очікування формування
ФОРМ	Формування	13.04.2016 4:51	6:39	Очікування формування
ОТПР	Відправлення вантажу	13.04.2016 7:47	3:56	Очікування відправлення сформованого поїзду

Таблиця 5

Дані АСК ВП УЗ-Є про фактичний час здійснення подій. Станція 411102-Черноліська

Операції з ВМД	Подія	Дата і час події	Δt_j	Стан
ПРИБ	Прибуття вантажу	14.04.2016 0:14		В очікуванні розформування
ОТПР	Відправлення вантажу	14.04.2016 0:50	0:36	Очікування відправлення сформованого поїзду
...			

Висновки

Встановлення часових параметрів договору між учасниками SCM – ланцюгів постачання вантажу, розробка технології та графіку доставки є основою організації процесів, що покращує якість послуги, яка надається клієнту SCM. Дотримання «часових» зобов'язань залежить від адекватності моделі процесу, що відбувається

реально. Такий концепт моделі як «сценарій» процесів доставки вантажів, що в свою чергу включає концепти – ситуації, подій, відхилення від норм, суттєво впливає на точність прогнозу КТЧ. Дані про відхилення часу реального здійснення подій враховуються в моделі процесу доставки. Один з концептів моделі - середнє (прогнозне) відхилення від нормативів з бази знань системи АСКВПУЗ-Є (Δt_i) дозволяє врахувати вплив можливих факторів, в тому числі практичний досвід та умови реальної експлуатаційної роботи.

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Висоцька, Г. С. Визначення імовірнісних характеристик процесу доставки вантажів / Г. В. Висоцька // Транспортні системи і технології. – Київ : ДЕДУТ, 2012. – № 1. – С. 240-245.
2. Кириченко, Г. І. Інтелектуальна система управління процесом доставки вантажу / Г. І. Кириченко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків : УкрДУЗТ, 2015. – Вип. 5(114). – С. 3-6. – doi : 10.18664/iksz.v0i5.55393.
3. Кириченко, Г. І. Розробка методу контрольних часових точок для контролю графіків доставки вантажу / Г. І. Кириченко, С. М. Овчаренко // Проблеми транспорту. – Київ : НТУ, 2013-2014. – Вип. 10. – С. 112-118.
4. Нагорний, Є. В. Визначення інтегрального показника якості перевезень вантажів на основі нечіткого моделювання / Є. В. Нагорний, О. В. Дорохов, С. В. Варфоломєєва, Л. О. Копенко // Удоск. вантаж. і комерц. роботи на залізн. України : зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – Вип. 62. – С. 112-117.
5. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат. – Москва : Бинум, Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.
6. Петрашевський, О. Л. Адаптація методології концептуально-логічного отображення і проектного моделювання транспортних систем к задачам управління проектами / О. Л. Петрашевський, В. В. Данилевский, Н. Н. Цымбал // Проблеми транспорту. – Київ:НТУ, 2010. – Вип. 7. – С. 56-60.
7. Хвищун, Н. В. Логістичні складові підвищення конкурентоспроможності підприємства / Н. В. Хвищун // Логістика: теорія та практика. – 2011. – № 1. – С. 126-134.
8. Шилаєв, П. С. Розроблення системи підтримки прийняття рішень з застосуванням теорії нечітких множин для оперативного визначення ефективності інтермодальних перевезень / П. С. Шилаєв / Збірник наукових праць УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 124. – С. 147–153.
9. Adebajo, D. An investigation of the adoption and implementation of benchmarking / D. Adebajo, A. Abbas, R. Mann // International Journal of Operations & Production Management. – 2010. – Vol. 30. – № 11. – P. 1140-1169.
10. Azar, A. Relationship between Supply Chain

Quality Management Practices and their Effects on Organisational Performance / R. Kahnali, A. Taghavi // Singapore Management Review. – 2010. – Vol. 32. – P. 45-68.

11. Flynn, B. B. Synergies between supply chain management and quality management: emerging implications / B. B. Flynn, E. J. Flynn // International Journal of Production Research. – 2005. – Vol. 43. – P. 3421-3436.

12. Foster, S.T. Towards an understanding of Supply Chain Quality Management / S. T. Foster // Journal of Operations Management. – 2008. – Vol. 26. – P. 461–467.

13. Robinson, C. J. Defining the concept of Supply Chain Quality Management and its relevant to academic and industrial practice / C. J. Robinson, M. K. Malhotra // International Journal of Production Economics. – 2005. – Vol. 96. – P. 315-337.

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. Мироненко В. К. (Україна)

Надійшла до редколегії 22.11.2016.

Прийнята до друку 24.11.2016.

А. И. КИРИЧЕНКО, О. Г. СТРЕЛКО, Ю. А. БЕРДНИЧЕНКО, О. В. ПЕТРИКОВЕЦЬ,
А. А. КИРИЧЕНКО

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУЗОВ В ЦЕПЯХ ДОСТАВКИ

Цель. Обслуживание клиентов при доставке грузов по логистическими принципами предполагает соблюдение обязательств по выполнению установленных договором сроков доставки. С этой целью предлагается моделирование процессов доставки, среди концептов модели - сценариев событий и возможные временные отклонения от нормативов в их последовательности. **Методика.** Учитывая особенности технологии разрабатывается график доставки грузов. **Результаты.** Составление реального графика доставки грузов и условий договора в целом означает минимизацию расходов за нарушение его условий. Разработан алгоритм, который генерирует сценарии событий доставки для определения контрольно-временных точек в соответствии с технологическими нормами и практическим опытом. Данные об отклонении времени реального осуществления событий учитываются в модели процесса доставки позже. **Научная новизна.** В статье исследованы основные факторы, которые тормозят процесс грузоперевозок. **Практическая значимость.** Решение сложной многофакторной проблемы – управления доставкой груза, что по своей сути составляет проблему координации функционирования транспортного комплекса в условиях нечёткости и не полной информационной определённости, целесообразно осуществить, используя методологию концептуально-логического отображения и проектного моделирования.

Ключевые слова: логистика; технология; модели; транспорт; нечеткие множества; сценарий доставки грузов.

Н. I. KYRYChENKO, O. H. STRELKO, Yu. A. BERDNYChENKO, O. V. PETRYKOVETS,
O. A. KYRYChENKO

SCENARIOS MODELING OF CARGO MOVEMENT IN THE SUPPLY CHAINS

Purpose. Customer service in the delivery of cargo on logistics principles assumes compliance with the obligations established by the contract to implement delivery terms. . For this purpose the modeling of delivery process is being proposed. **Methodology.** The schedule of cargo delivery technology is being developed while considering technology features. **Findings.** Drafting of the real goods' delivery schedule and contract terms generally means minimizing costs for violations of its terms Among the concept models are events scenarios and possible temporary deviations from standards in their sequence. An algorithm generating event scenarios of the delivery to determine control time points in accordance with technological standards and practical experience has been developed. Data on deviation of real-time events are taken into account in the delivery process model later. **Originality.** The major factors, which slow down process of cargo transportations, are investigated in the article. **Practical value.** The solution of a complex multifactorial problem – cargo delivery management (being per se a problem of coordination of transport complex functioning under fuzzy conditions and the conditions of incomplete information certainty), is advisable to carry out using the methodology of conceptual-logical mapping and design modeling.

Keywords: logistics; technology; model; transport; fuzzy sets; cargo delivery scenario.