УДК 65.012

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ВИРОБНИЧОЇ ТА }ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ

Кічкіна О.І.

SIMULATION MODEL FOR PRODACTION AND TRANSPORT -WAREHOUSE LOGISTICS

Kichkina O.I.

Створення імітаційної моделі виробничої та транспортно-складської логістики дозволило створити на її основі систему підтримки прийняття рішень з питань логістичної діяльності підприємства. Результатом імітаційного моделювання є оптимізація процесів виробничої та транспортно-складської логістики підприємства. Створена імітаційна модель є практично автоматизованим робочим містом логістичної та диспетчерської служби підприємства.
Ключові слова: *імітаційна модель, AnyLogic, транспортно-складська логістика, виробнича логістика, система масового обслуговування.*

Вступ. Імітаційне моделювання у логістиці з використанням сучасного математичного апарату відіграє важливу роль у ефективному управлінні підприємством. Багато підприємств використовують імітаційне моделювання, але не завжди ефективно. Нажаль практично немає прикладів об'єднання моделей логістики складу та виробництва.

Діяльність багатьох підприємств завжди здійснюється в умовах ризику, джерелами якого є нерівномірність надходження заявок у систему виробництва. Тому для більш ефективного управління необхідно використовувати імітаційне моделювання з поєднанням декількох моделей, що відображають всі логістичні складові діяльності підприємства.

Мета роботи: удосконалення транспортно-складської та виробничої логістики засобами імітаційного моделювання.

Основний матеріал. Імітаційна модель транспортно-складської та виробничої логістики реалізована за допомогою Anylogic. Дана модель описує виробниче підприємство, яке поділяється на дві робочі зони, де відбувається взаємодія виробничого обладнання, навантажувачів-транспортерів та автомобільного транспорту. Модель транспортно-складської та виробничої логістики – це складна система масового обслуговування, у якій є свій вхідний потік (пляшки) і вихідні потоки (навантажені автотрейлери).

У даній імітаційній моделі розглядається вантажопотік двох видів вантажу: мінеральна вода та слабоалкогольні напої.

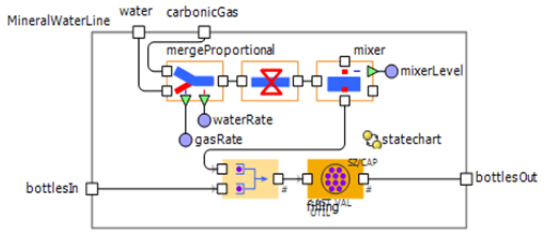

Рис. 1. Змішувач мінеральної води

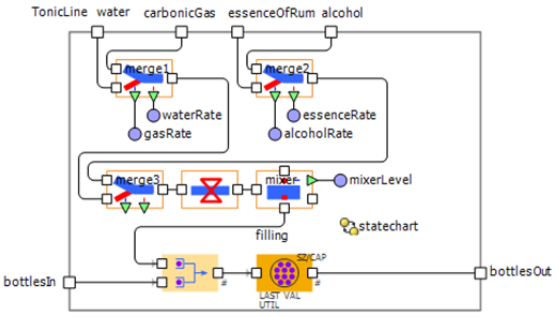

Рис. 2. Змішувач слабоалкогольних напоїв

Виробництво напоїв відбувається таким чином: порожні пляшки з пляшкового складу подаються на конвеєрну стрічку після чого поступають у миючи машини, де відбувається мийка та чистка тари, тестування пляшок на придатність до подальшого виробництва. Далі відбувається розподіл пляшок для мінеральної води та слабоалкогольних напоїв. Пляшки подаються у змішувачі (рис 1 та 2), де

відбувається наповнення пляшки водою та додається вуглекислий газ, після цього пляшки поступають у етикетувальні апарати, де на пляшку наноситься етикетка компанії, далі пляшки йдуть на пакувальний апарат (рис. 3), де відбувається формування вантажної одиниці. У подальшому вантажна одиниця за допомогою вилкового навантажувача пересувається у складське приміщення.

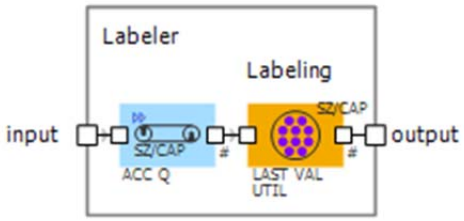

Рис. 3. Пакувальний елемент

Виробництво слабоалкогольних напоїв відрізняється лише тим, що після тестувального апарата пляшки подаються на інший конвеєр, який подає пляшки у апарат для змішувачів тонізуючих напоїв, де відбувається наповнення пляшки водою, есенцією, вуглекислим газом та алкоголем. Далі відбуваються такі самі операції, що і з мінеральної водою. Накопичення сировинних компонентів відбувається у накопичувачах(рис.4)

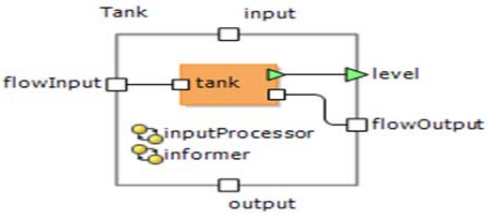

Рис. 4. Накопичувач

У складському приміщенні є дві зони відвантаження, для мінеральної води та слабоалкогольних напоїв (рис 5). Навантаження та розвантаження напоїв відбувається за допомогою вилкового навантажувача. Також є зона загального відвантаження на автотрейлери.

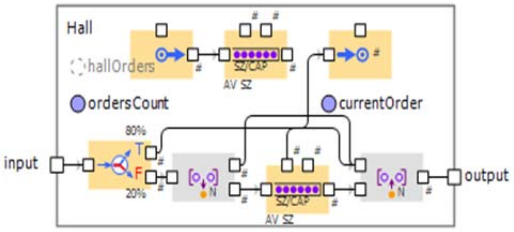

Рис. 5. Складське приміщення

Отже, якщо розглянути імітаційну модель виробничої та транспортно-складської логістики підприємства, то можна подивитись розвиток різних варіантів у майбутньому. Є можливість змінити потужність подання пляшок, кількість миючих машин, зменшити чи збільшити додавання есенції у напої, збільшити кількість навантажувачів, якщо це того потребує. Динаміка зміни показників виробництва та збуту дозволяє удосконалити логістику відповідних складових роботи підприємства.

Транспортно-складська та виробничої логістика являє собою систему масового обслуговування, яка складається з певної кількості підсистем. Таку систему можна представити у вигляді агрегатів, взаємозалежних спільною обробкою матеріалів. Ця схема містить зв'язки між агрегатами системи. Функціонування кожного окремого агрегату відрізняється один від одного.

Виробництво

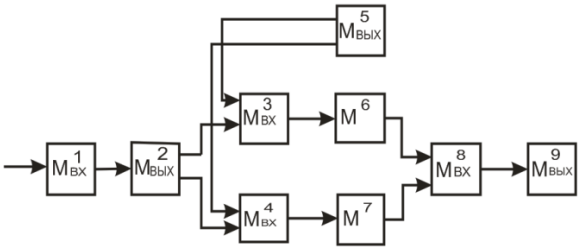

Рис. 6. Структурний зв'язок агрегатів виробничого процесу

Виробництво: M^1- миюча машина, M^2– тесту вальний апарат, M^3– змішувач для мінеральної води, M^4– змішувач для тоніку, M^5– додавач суміші, M^6– етикеровщик, M^7– етикеровщик, M^8– пакувальна машина, M^9– готова продукція.

Для мінеральної води: $\urcorner M^1M^2 \ulcorner M^5 \ulcorner \urcorner M^3M^6 \urcorner M^8M^9 \ulcorner$

Для слабоалкогольної продукції: $\urcorner M^1M^2 \ulcorner M^5 \ulcorner \urcorner M^4M^7 \urcorner M^8M^9 \ulcorner$

Склад: M^{10}– готова продукція, M^{11}– навантажувач, M^{12}– навантажувач, M^{13}– склад слабоалкогольних напоїв, M^{14}– склад мінеральної води, M^{15}– відправка на збут.

Склад

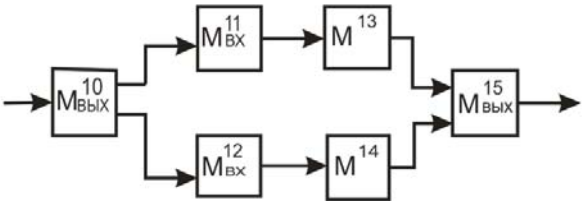

Рис. 7. Структурний зв'язок агрегатів складку

Для мінеральної води: $M^{10} \ulcorner \urcorner M^{11}M^{13} \urcorner M^{15}$

Для слабоалкогольної продукції: $M^{10} \ulcorner \urcorner M^{12}M^{14} \urcorner M^{15}$

У загальному випадку за одним s-м агрегатом можуть випливати декілька n^* агрегатів. Зв'язок агрегатів типу «розбіжність» можна виразити наступним чином:

$$\varphi r_j^{(s)} = \begin{cases} \varphi r_j^{(s,s+n_1)} = I_j^{(s,s+n_1)}, \\ \varphi r_j^{(s,s+n_2)} = I_j^{(s,s+n_2)}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \varphi r_j^{(s,s+n^*)} = I_j^{(s,s+n^*)}. \end{cases}$$

Аналогічно, у розглянутій системі одному агрегату може в загальному випадку передувати декілька n^* агрегатів. Це зв'язок типу «сходження»:

$$\left.\begin{array}{l} \varphi r_j^{(s-n_1,s)} = I_j^{(s-n_1,s)}, \\ \varphi r_j^{(s-n_2,s)} = I_j^{(s-n_2,s)}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \varphi r_j^{(s-n^*,s)} = I_j^{(s-n^*,s)} \end{array}\right\} = I_j^{(s)}.$$

Нашу систему агрегатів також можна описати по зв'язку типу «сходження» і «розбіжність»:

$$\begin{array}{l} \varphi r^1 = \left\{ \varphi r^{(1,1+2)} = I^{((1,1+2))}, \right. \\ \left. \varphi r^{(2-1,2)} = I^{(2-1,2)} \right\} = I^{(2)}, \\ \varphi r^2 = \left\{ \varphi r^{(2,2+3)} = I^{(2,2+3)}, \right. \\ \left. \varphi r^{(3-2,3)} = I^{(3-2,3)} \right\} = I^{(3)}, \\ \varphi r^3 = \left\{ \varphi r^{(3,3+5)} = I^{(3,3+5)}, \right. \\ \varphi r^4 = \left\{ \varphi r^{(4,4+5)} = I^{(4,4+5)}, \right. \\ \left. \begin{array}{l} \varphi r^{(5-3,5)} = I^{(5-3,5)} \\ \varphi r^{(5-4,5)} = I^{(5-4,5)} \end{array} \right\} = I^{(5)}, \\ \varphi r^5 = \left\{ \varphi r^{(5,5+6)} = I^{(5,5+6)}, \right. \\ \left. \varphi r^{(6-5,6)} = I^{(6-5,6)} \right\} = I^{(6)}, \\ \varphi r^7 = \left\{ \varphi r^{(7,7+8)} = I^{(7,7+8)}, \right. \\ \left. \varphi r^{(8-7,8)} = I^{(8-7,8)} \right\} = I^{(8)}. \end{array}$$

Інструмент імітаційного моделювання при виконанні комп'ютерного експерименту в цьому випадку повинен забезпечувати зручний інтерфейс для завдання значень вхідних параметрів (факторів) і реєстрації відповідних значень вихідних показників і їх зміни в часі. Завдання виду «що-якщо» в Anylogic вирішуються за допомогою так званого простого експерименту. Такий експеримент дозволяє візуально відображати результати роботи моделі за допомогою анімації, графіків (діаграм) і т. п. Простий експеримент використовується в більшості випадків при розробці й аналізі моделей, створених в Anylogic.

В нашому випадку для оцінки результуючих виробничих параметрів задаються параметри управління: швидкість подачі чистої води та вуглекислого газу (для мінеральної води), швидкість подачі чистої води, вуглекислого газу та алкоголю (для слабоалкогольних напоїв). Окрім того у моделі фіксуються об'єми подачі сировинних компонентів у змішувачі першого і другого типу для води та тоніку (з можливістю їх відключення). Для розливу готової продукції у тару в моделі передбачено 2 об'єкта: склад готової і миючи машини, кількість яких можна змінювати за допомогою слайдера. У моделі також імітується робота двох етикетувальних машин (окремо для води та тоніку) і відповідних пакувальних ліній (рис 9). Результат моделювання виробничої логістики відображається у нижній частині екрану комп'ютера і представлений наступними параметрами: об'єм виробництва тоніку та мінеральної води у ящиках та очікуваний для виконання заказ у ящиках. Окрім того відображається кількість пляшкової тари, яка пройшла чи не пройшла тестування на придатність. Одним з головних параметрів моделювання є добова продуктивність у пляшках.

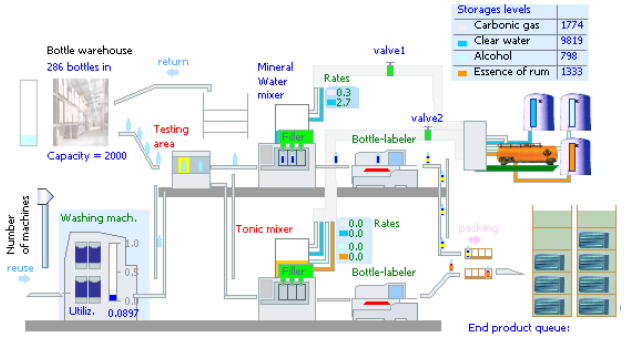

Рис. 9. Скріншот імітаційної моделі виробничого процесу

Імітаційне моделювання транспортно-складської логістики реалізується перемиканням екрану, при цьому параметрами є: кількість навантажувачів та щільність їх використання на виробничій та складській території (інтенсивність). Моделювання транспортно-складської логістики відбувається у межах трьох складських зон: відвантаження готової продукції, зона складування готової продукції, термінал відвантаження споживачам (рис 10).

Результатом імітаційного моделювання є оптимізація процесів виробничої та транспортно-складської логістики підприємства. Створена імітаційна модель є практично автоматизованим робочим містом логістичної та диспетчерської служби підприємства.

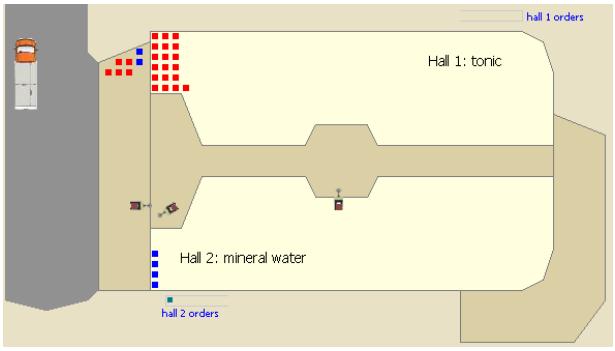

Рис. 10. Імітаційна модель складського приміщення

Висновки.

- Створення імітаційної моделі виробничої та транспортно-складської логістики дозволило створити на її основі систему підтримки прийняття рішень з питань логістичної діяльності підприємства.
- Можливість використання в Anylogic сучасних баз даних стала основою створення інформаційної моделі транспортно-складської та виробничої логістики по виробництву та збуту слабоалкогольних та безалкогольних напоїв у вигляді бази даних СУБД MS Access.
- Експериментальне дослідження створеної імітаційної моделі підтвердила її адекватність та можливість застосування в управлінні логістичними ланцюгами підприємства.

Література

1. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем: Учебн. Пособие. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 368с.
2. Гаджинський А. М. Основи логістики: Учбовий посібник. – М.: ІБЦ (Маркетинг), 1995. – 124с
3. Григор'єв І. AnyLogic за три дні:. - СПб.: ВАС, 2016. - 202 с Дітріх М. Складська логістика. Нові шляхи системного планування - М.: КІА Центр, 2004 – 135 с.
4. Кічкіна О.І. Моделювання поведінки транспортно-складської системи Вісник СНУ імені Володимира Даля -№ 6 (177) –Ч.І - Луганськ 2012. с.312-315
5. Курганов В. М. Логістика. Транспорт та склад у ланцюгу постачань товару: Учбово-практичний посібник. – М.: Книжковий світ, 2005. – 432 с.
6. Крикавський Євген. Логістика підприємства: Навч. Посібник. – Львів ДУ (Львівська політехніка), 1996.- 160 с.
7. Уотерс Д. Логістика. Управління ланцюгом постачань: пер. з англ.. – М.: Юніті, 2003. – 503 с.
8. Шенон Р. Імітаційне моделювання систем – мистецтво та наука/ М.: Світ, 1971. – 418 с.

References

1. Berezhnaya E.V., Berezhnoy V.I. Matematicheskie metodyi modelirovaniya ekonomicheskih sistem: Uchebn. Posobie. – M.: Finansyi i statistika, 2001. – 368s.
2. Gadzhinskiy A. M. Osnovi logIstiki: Uchboviy posIbnik. – M.: IBTs (Marketing), 1995. – 124s
3. Grigor'Ev I. AnyLogic za tri dnI:. - SPb.: VAS, 2016. - 202 s DItrIh M. Skladska logIstika. NovI shlyahi sistemnogo planuvannya - M.: KIA Tsentr, 2004 – 135 s.
4. KIchkIna O.I. Modelyuvannya povedInki transportno-skladskoYi sistemi VIsnik SNU ImenI Volodimira Dalya - # 6 (177) –Ch.I - Lugansk 2012. s.312-315
5. Kurganov V. M. LogIstika. Transport ta sklad u lantsyugu postachan tovaru: Uchbovo-praktichniy posIbnik. – M.: Knizhkoviy svIt, 2005. – 432 s.
6. Krikavskiy Evgen. LogIstika pIdpriEmstva: Navch. PosIbnik. – LvIv DU (LvIvska polItehnIka), 1996.- 160 s.
7. Uoters D. LogIstika. UpravlInnya lantsyugom postachan: per. z angl.. – M.: YunItI, 2003. – 503 s.
8. Shenon R. ImItatsIyne modelyuvannya sistem – mistetstvo ta nauka/ M.: SvIt, 1971. – 418 s.

Кичкина Е.И. Имитационная модель производственной и транспортно-складской логистики.

Создание имитационной модели производственной и транспортно-складской логистики позволило создать на ее основе систему поддержки принятия решений по вопросам логистической деятельности предприятия. Результатом имитационного моделирования является оптимизация процессов производственной и транспортно-складской логистики предприятия. Созданная имитационная модель является практически автоматизированным рабочим местом логистической и диспетчерской службы предприятия.

***Ключевые слова**: имитационная модель, AnyLogic, транспортно-складская логистика, производственная логистика, система массового обслуживания.*

Kichkina E.I. Simulation model of production and transport-warehouse logistics.

Creation of a simulation model of production and transport-warehouse logistics made it possible to create on its basis a system for supporting decision-making on the issues of logistic activity of an enterprise. The result of simulation is the optimization of the processes of production and transport-warehouse logistics of the enterprise. The created simulation model is an almost automated workplace of the logistics and dispatch service of the enterprise.

***Keywords**: simulation model, AnyLogic, transport-warehouse logistics, production logistics, queuing system.*

Кічкіна О.І. – к.т.н., доц. кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин СНУ ім.В.Даля, e-mail: fki4kinaoi@ukr.net

Рецензент: д.т.н., проф. ***Горбунов М.І.***

Стаття подана 12.03.2018.