

О. М. Шаповалов, асп.

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Запропоновано імітаційну модель логістичної системи металургійного підприємства. Визначено фактори виробництва, які впливають на формування конкурентних переваг. За результатами моделювання отримано й проаналізовано значення досліджуваних факторів.

Вступ

У сучасних умовах розвиток підприємств відбувається на новому рівні: в умовах інтеграції, глобалізації і розвитку інформаційних технологій, підприємства змушені постійно конкурувати. Ефективним способом управління виробництвом сьогодні вважається логістика. Логістика — це процес планування, організації і контролю за рухом матеріальних потоків, їхнім складуванням і зберіганням; надання відповідної інформації щодо всіх етапів їхнього просування від місця відправлення і до місця призначення з метою забезпечення якісного задоволення запитів клієнтури [1]. Використовуючи основні принципи і методи логістики для досягнення конкурентної переваги, раціонально створювати на підприємстві інтегровану логістичну систему. Логістична система — це система, що адаптується, зі зворотним зв'язком, у межах якої виконуються ті або інші логістичні операції; система, що складається з декількох елементів, які водночас є її підсистемою; система, що має розвинені зв'язки із зовнішнім середовищем і міцні, стабільні зв'язки між елементами системи [2].

Логістична система сприяє стабілізації й реорганізації бізнес-діяльності підприємства. Інноваційним підходом у розробці складних систем на сьогодні є застосування імітаційного моделювання.

На сьогодні більшість логістичних систем будувалося тільки для певного сегмента виробництва, тобто окремо для складу, виробництва, збуту, закупівель і т. д. Ця тенденція не дозволяє створити інтегровану концепцію взаємодії виробничих ланок для досягнення конкурентних переваг. Так само в більшості випадків для дослідження застосовувалися математичні методи, які відображають тільки статику процесу, але не динаміку.

Застосування імітаційного моделювання дозволяє аналізувати динаміку досліджуваної системи у разі зміни групи вхідних факторів. Так само за результатами моделювання стає можливим досліджувати взаємодію вхідних параметрів та їхній вплив на результат.

Опис методу імітаційного моделювання

Системна динаміка — це метод моделювання, що використовується для створення точних комп'ютерних моделей складних систем для подальшого використання з метою проектування ефективнішої організації й політики взаємин з певною системою. Разом ці інструменти дозволяють створювати мікросвіти — симулятори, де простір і час можуть бути стиснуті й уповільнені так, щоб можна було вивчити наслідок рішень, швидко опанувати методи й зрозуміти структуру складних систем, спроектувати тактики й стратегії для більшого успіху [3].

Системна динаміка головним чином використовується в довгострокових, стратегічних моделях і приймає високий рівень абстракції. Люди, продукти, події та інші дискретні елементи представлені в моделях Системної динаміки не як окремі елементи, а як система в цілому [3].

Тому для розгляду логістичної системи доцільно буде використати саме такий метод імітаційного моделювання, як системна динаміка.

У цей час системна динаміка є одним з напрямків імітаційного моделювання поряд з дискретно-подієвим й агентним моделюванням. Виходячи з назви, системна динаміка ґрунтується на двох ключових поняттях — «системності» й «динаміці». Поняття «системності» є важливим у розумінні суті системної динаміки, що стверджує: «Світ навколо нас є сукупністю

складних соціальних систем з нелінійним поведінням і найчастіше неочевидною динамікою взаємодії». «Динаміка» дозволяє аналізувати соціальні системи не в статичі, а в розвитку, відслідковуючи поведінку системи в часі, її зміну під дією тих або інших параметрів, у тому числі й тих, які складно виміряти кількісно й обчислити математично [4].

Опис досліджуваної моделі

Досліджувана модель передбачає визначення доходу від реалізації продукції за умови впливу виробничих факторів. До складу моделі входять [5]:

— потік — визначає і формує інтенсивність потоку будь-яких ресурсів між двома накопичувачами. Вихідний з накопичувача потік зменшує значення цього накопичувача в кожен одиницю модельного часу на значення потоку, що входить, водночас збільшує значення того накопичувача, у який цей потік входить. Той самий потік може бути вихідним потоком для одного накопичувача і вхідним для іншого. У цьому випадку говориться, що це потік з першого накопичувача в другий;

— накопичувач — відображає кількість деяких ресурсів (матеріальні об'єкти, будинки, люди й т. д.), що змінюються із часом;

— допоміжні змінні — використовуються для задання даних, що визначають значення потоків. Допоміжні змінні можуть бути константами, значеннями математичних функцій або результатом взаємодії заданих параметрів.

У моделі формуються такі потоки:

1. Потік ТМЦ — цей вид потоку є рухом заготовуваних матеріалів від постачальника до відділу постачання. Вхідними параметрами для цього потоку будуть: сировина й матеріали, якість заготовуваних ресурсів, закупівельна ціна, час доставки, витрати на придбання, плановане виробництво продукції, а вихідним параметром буде фактичний потік ТМЦ. Цей потік є значимим для підприємства, тому що він починає формувати логістичну систему підприємства.

2. Потік незавершеного виробництва є рухом матеріалів всередині виробничої системи. На формування такого вихідного параметра, як фактичний обсяг виробленої продукції, впливають такі вхідні параметри: попит на продукцію, якість виробничих операцій, надійність роботи устаткування, тривалість виробничого циклу, економічна ситуація. Від ефективності управління цим потоком залежить розмір партії готової продукції.

3. Потік готової продукції — кількість готового продукту, придбаного споживачем за певний проміжок часу. Вхідними параметрами є якість готової продукції, потік незавершеного виробництва, частка ринку, час доставки продукції замовнику. Вихідним параметром у цьому випадку є фактичний обсяг продукції, готової до реалізації.

4. Потік фінансових активів формується за рахунок обсягу готової продукції й ціни реалізації. Цей потік безпосередньо формує конкурентні переваги підприємства.

Спочатку формується плановий потік ТМЦ, що визначається за формулою

$$\text{Плановий потік ТМЦ} = \text{Планове виробництво} \cdot \text{Питомі витрати}. \quad (1)$$

Фактичний потік ТМЦ буде залежати від ефективності роботи відділу постачання, який пропонується визначати за формулою:

$$E_{\text{ВП}} = \frac{\text{max якість сировини} \cdot \text{min час доставки} \cdot \text{min закупівельна ціна}}{\text{min якість сировини} \cdot \text{max час доставки} \cdot \text{max закупівельна ціна}}. \quad (2)$$

Таким чином, накопичувач «Постачання» дорівнює фактичному потоку ТМЦ. Надалі фактичний потік ТМЦ надходить у виробництво, де на нього впливають такі фактори:

- якість виробничих операцій;
- надійність устаткування.

$$\text{Рух ТМЦ} = \text{Факт. потік ТМЦ} \cdot \text{Якість виробничих операцій} \cdot \text{Надійність устаткування}. \quad (3)$$

Накопичувач «Виробництво». Потік продукції визначається відповідно до виробничої функції Кобба-Дугласа [6]:

$$y = x_1^{a_1} \cdot x_2^{a_2} \cdot b, \quad (4)$$

де x_1, x_2 – фактори виробництва; a_1, a_2, b – коефіцієнти виробничої функції.

Для функції (4) необхідне виконання такої умови:

$$\begin{cases} 0 < a_1 < 1; \\ 0 < a_2 < 1; \\ b > 0. \end{cases}$$

Коефіцієнти виробничої функції визначаються таким чином:

$$a_1 \approx \frac{\Delta y / y}{\Delta x_1 / x_1}; \quad a_2 \approx \frac{\Delta y / y}{\Delta x_2 / x_2}. \quad (5)$$

Для визначення коефіцієнтів виробничої функції використовувалися такі дані.

Таблиця 1

Дані для побудови виробничої функції [7]

Дані	Початкове значення	Змінні значення	
Сировина, тис. т.	32,844	40	–
Час, ч.	8	–	7
Випуск, тис. т.	12	14	13,71

Підставивши отримані дані в рівняння (4) і (5), отримуємо виробничу функцію Кобба-Дугласа:

$$y = x_1^{0,88} \cdot x_2^{0,28} \cdot 0,31. \quad (6)$$

Фактичний обсяг виробленої сталі безпосередньо залежить від якості виробленої продукції і розраховується так:

$$V_{\text{Фактичної сталі}} = \text{Потік продукції} \cdot \text{Якість продукції}. \quad (7)$$

Надалі фактичний обсяг сталі формує потік готової продукції, який надходить у накопичувач «Збут». Дохід від реалізації продукції

$$\text{Дохід} = V_{\text{Фактичної сталі}} \cdot \text{Ціна реалізації}. \quad (8)$$

Ціна продукції приймається такою, за якою покупець згодний придбати продукцію, а виробник не несе збитків.

Потік дохід формує значення доходу від підприємницької діяльності у потоці «Покупець». Згідно з цим значенням можливо зробити висновки про конкурентоздатність підприємства.

Таблиця 2

Дані для побудови імітаційної моделі [7]

№	Фактори	Дані		
		min	mean	max
1	Плановане виробництво сирової сталі, тис. т.	11	12	13,5
2	Якість сировини, що надходить	0,92	0,93	0,95
3	Закупівельна ціна, тис. грн. /ед.	2,184	2,737	2,900
4	Час доставки сировини, ч.	13	13,5	14
5	Ефективність роботи ОМТС	0,85	0,9	0,95
6	Попит на продукцію	0,8	0,9	0,99
7	Якість виробничих операцій	0,85	0,96	0,98
8	Надійність устаткування	0,85	0,9	0,98
9	Тривалість виробничого циклу, ч.	6	7	8
10	Економічна ситуація	0,8	0,9	0,95
11	Якість готової продукції	0,85	0,9	0,95
12	Частка ринку	0,85	0,9	0,95

№	Фактори	Дані		
		min	mean	max
13	Кількість певного продукту (сталі), тис. т.	6	7	9
14	Загальна кількість продукту (сталі), тис. т.	7	8	10
15	Кінцева ціна, тис. грн. /т.	4,100	4,800	5,000
16	Фактичний час, ч.	40	42	44
17	Плановий час, ч.	38	40	42

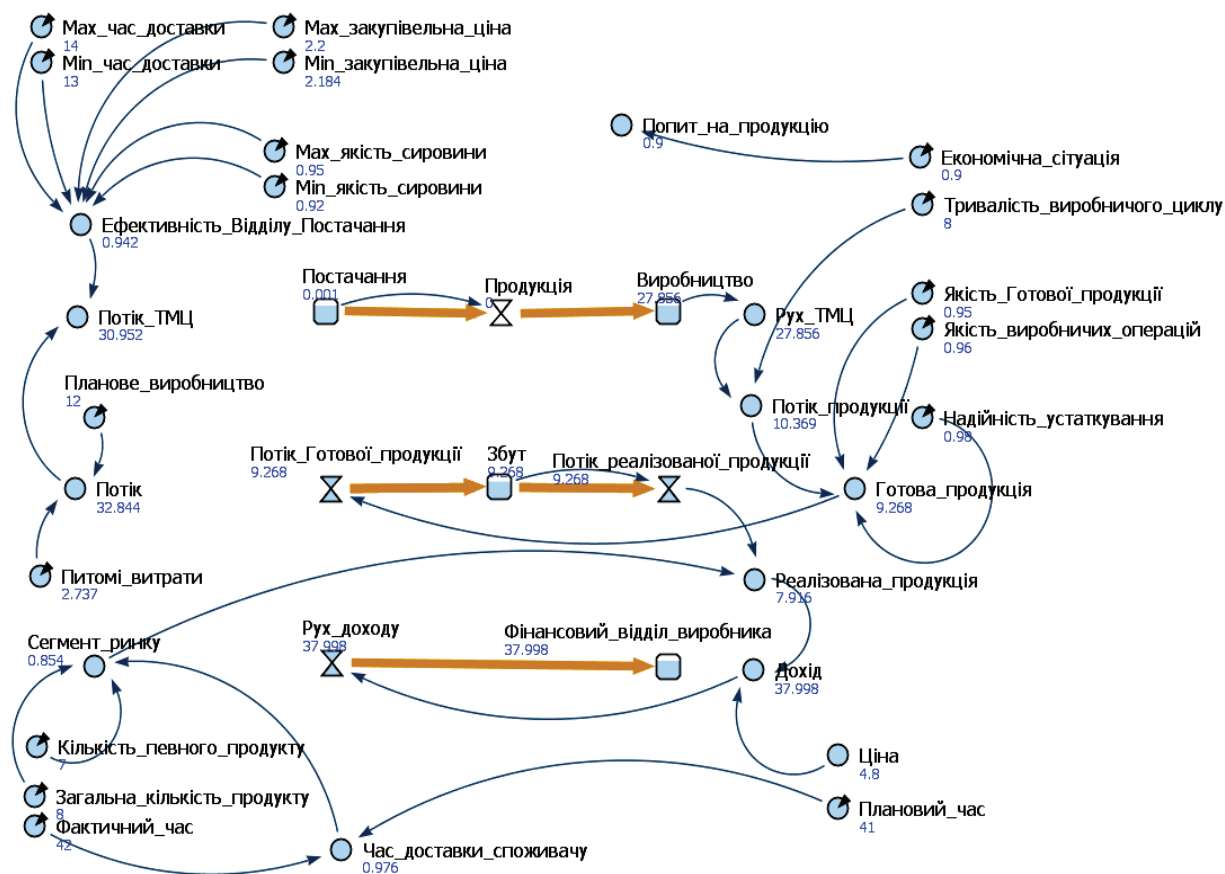


Рис. 1 Схема імітаційної моделі виконаної в AnyLogic

Під час розроблення моделі взято такі припущення:

1. У моделі розглядається виробнича система металургійного підприємства;
2. Виплавка сталі відбувається у п'яти мартенівських печах, ємністю 250 т;
3. Модель виконана для роботи підприємства протягом одного робочого дня;
4. Аварійні зупинки устаткування не враховуються;
5. Потік ТМЦ виражений у вартісному виразі.

Передбачається виробити 12000 тон сирової сталі, входні параметри подані у табл. 2, припущення розглянуті вище.

Аналіз досліджуваної імітаційної моделі

За результатами моделювання побудовані:

1. Графік рис. 2, що відображає продукцію у кількісному та процентному виразах, у такий спосіб продукцію можна розподілити на вироблену продукцію, перевірену продукцію, реалізовану та нереалізовану продукцію.

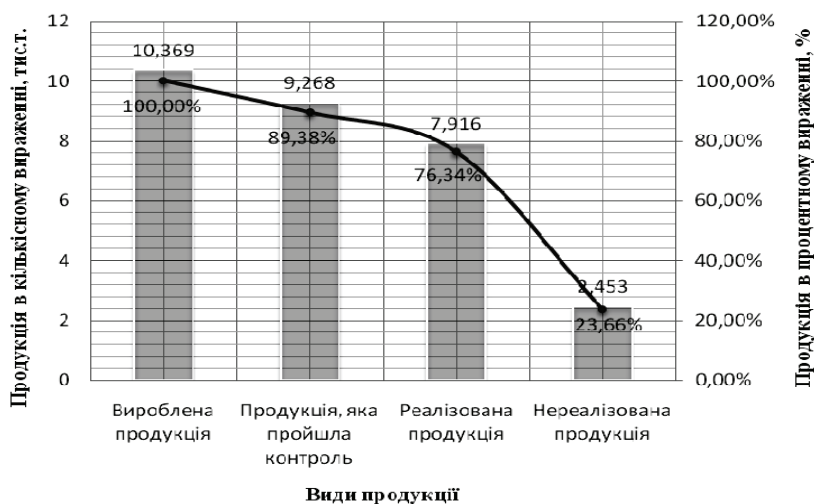


Рис. 2. Продукція в кількісному та процентному вираженні

З рис. 2, можна зробити такі висновки:

– вироблено продукції (сталі) 10,369 тис. т, або 100 %;

– продукція, яка пройшла контроль складає 9,268 тис. т, або в процентному виразі 89,38 %.

Очевидно, що показник необхідно підвищувати за рахунок вдосконалення внутрішньовиробничих операцій і поліпшення системи якості;

– реалізована продукція складає 7,916 тис. т, або в процентному виразі 76,34 % – однією з причин неповної реалізації продукції може бути неконкурентоспроможність її на ринку збуту. Таким чином, підприємству слід розробити програми, спрямовані на підвищення конкурентоспроможності продукції, що реалізовується;

– нереалізована продукція складає 2,453 тис. т, або в процентному виразі 23,66 %. Ця продукція складається з продукції, яка не пройшла контроль та не реалізувалася.

2. Графік, що відображає залежність доходу від реалізації продукції від товарно-матеріального потоку у вартісному виразі.

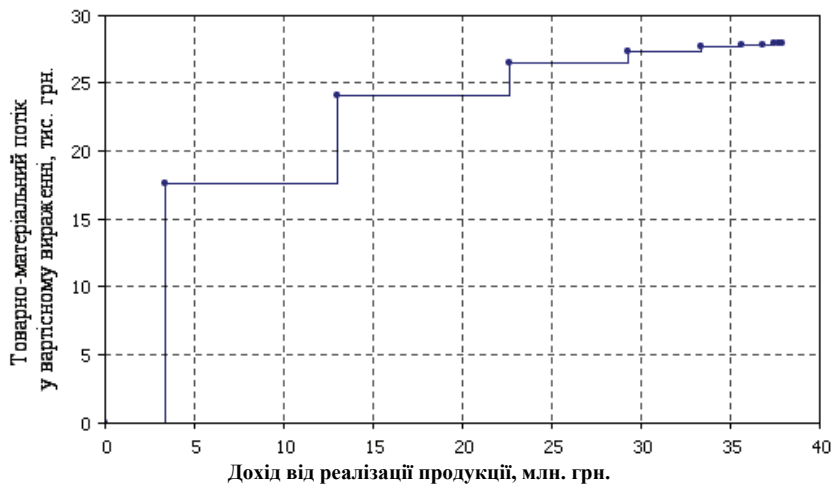


Рис. 3. Залежність доходу від товарно-матеріального потоку

У результаті аналізу моделі (див. рис. 1) отримані вихідні дані (табл. 3).

Таблиця 3

Вихідні параметри моделі

№	Параметри моделі	Значення
1	Потік ТМЦ, тис. т	30,952
2	Потік продукції, тис. т	10,369
3	Реалізована продукція, тис. т	7,916
4	Дохід від реалізації, млн грн	37,998

З табл. 3 випливає, що для виробництва 12 тис. т сирової сталі необхідно витратити 30,952 тис. т товарно-матеріальних цінностей. Дохід від реалізації складе 37,998 млн грн.

Висновки

Побудовано імітаційну модель логістичної системи металургійного підприємства. Ця модель відображає інтегровану роботу підприємства, тобто вона дозволяє простежити залежність вхідних параметрів протягом усього життєвого циклу продукту.

Застосування імітаційного моделювання дозволяє:

1. Виконати комплексний аналіз досліджуваного підприємства;
2. Визначити взаємодію факторів, які входять до системи;
3. Визначити «вузькі місця» досліджуваної системи;
4. Визначити дохід від реалізації продукції за задалегідь встановлених вхідних параметрів.
5. Проаналізувати зміну величини доходу в залежності від зміни вхідних параметрів у процесі роботи моделі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Неруш Ю. М. Логистика / Ю. М. Неруш. — М. : Проспект, 2011. — 520 с.
2. Тулембаева А. Н. Банковский маркетинг. Завоевание рынка : учеб. пос. / А. Н. Тулембаева. — Алматы. : Триумф «Т», 2007. — 448 с.
3. XJ technologies simulation software and services [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.xjtek.ru/anylogic/approaches>.
4. Каталевский Д. Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении : учеб. пос. / Д. Ю. Каталевский. — М. : изд-во Московского ун-та, 2011. — 304 с.
5. XJ technologies simulation software and services [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.xjtek.ru/anylogic/help>.
6. Институт менеджмента маркетинга и финансов [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.math.immf.ru/lections/306.html>.
7. SMIDA [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.smida.gov.ua/db/emitent/report/year/show/104710>.

Рекомендована кафедрою математичного моделювання в економіці

Стаття надійшла до редакції 10.05.12

Рекомендована до друку 8.10.12

Шановалов Олексій Михайлович — аспірант кафедри економіки підприємства класичного приватного університету, спеціаліст з постачання ПАО «Запоріжжя», Запоріжжя