

Б. В. Мисник

# МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ

*В статті розглядається проблема моделювання складних штучних систем. Розглянуто моделі штучного життя та визначено основні характеристики моделі функціонування виробничих підприємств. Виконана формалізація основних складових алгоритму моделювання, запропоновано елементи функціонального навантаження об'єктів моделювання.*

**Ключові слова:** штучне життя, нейронні мережі, моделювання еволюції, штучна система

## 1. Вступ

Плануючи створення нового підприємства, здійснюючи проектування або управління процесом його функціонування, особа, що приймає рішення, зіштовхується з проблемою прогнозування роботи даного підприємства та визначення його прибутковості. Розв'язання задачі прогнозування процесів життєвого циклу підприємства на тому чи іншому етапі, у більшості випадків пов'язане з використанням ідентифікованих залежностей результируючих характеристик від вхідних факторів.

На виробниче підприємство (ВП) здійснюють вплив численні фактори різної природи, до яких відносять впливи зовнішнього середовища, внутрішні параметри та їх динаміку. Врахувати всю множину таких факторів неможливо, оскільки значення багатьох із них визначаються з похибками, і значна кількість врахованих факторів призводить до великих помилок у підрахунках. Такі особливості вказують на актуальність застосування нових підходів до моделювання процесів функціонування ВП.

Для вивчення складних систем традиційно застосовується комп'ютерне моделювання [1], складовими якого є аналітичне, імітаційне та еволюційне моделювання.

При еволюційному моделюванні створюються системи які є біологічно більш реалістичними, ніж інші системи [2, 3]. До нього відносять і концепцію «штучного життя». Результати попереднього аналізу свідчать про те, що серед усіх еволюційних парадигм найкращим чином відповідає задачі моделювання складних штучних систем саме концепція «штучного життя (Artificial Life)» [4].

## 2. Постановка проблеми

Визначення позитивних та негативних сторін існуючих математичних моделей відтворення функціонування виробничих підприємств для створення

моделі основаної на концепції «штучного життя» та математичне обґрунтування та функціонування такої моделі.

## 3. Основна частина

**3.1. Аналітичний огляд.** В економічній теорії склалося кілька основних концепцій підприємства, що описують його виникнення, діяльність і ліквідацію. Можна виділити чотири основних напрямки досліджень, пов'язаних з теоретичним описом функціонування підприємства:

- неокласична теорія фірми;
- інституціональна теорія фірми;
- еволюційна теорія фірми;
- підприємницька теорія фірми.

Запропонована модель має поєднувати в собі здебільшого неокласичну та підприємницьку теорії фірми та частково еволюційну з застосуванням концепції «штучного життя» для відтворення принципів навчання, досвіду та конкуренції в певних галузях виробництва.

**3.2. Структура потоків підприємства.** В середині будь-якого підприємства, що виробляє продукцію, відбувається потік матеріалів та послуг, що потребують певних коштів. Ці вкладення повинні відшкодуватись та приносити прибуток в результаті реалізації готової продукції. Потоки підприємства можна розділити на вхідні та вихідні. До вхідних належать: послуги енергопостачання, постачання матеріалів, закупівля обладнання та деталей, робоча сила. Вихідний потік — реалізація готової продукції. Для вхідних потоків характерним є те, що їх функціонування потребує фінансових затрат таких як оплата енергопостачання, матеріалів, обладнання та заробітної плати. В свою чергу збут продукції повинен відшкодувати всі вище зазначені затрати та приносити дохід.

В результаті досліджень визначено основні залежності між потоками та розписано в математичному вигляді.

Для підрахування фінансових надходжень при збуті продукції в момент часу  $t$  використовується формула:

$$Z(t) = P_k(t) * P_p(t), \quad (1)$$

де  $P_k$  — кількість реалізованої продукції в момент часу  $t$ , що залежить від попиту;  $P_p$  — ціна на продукцію.

Для продуктивної роботи значення всіх вихідних та вихідних потоків підприємства при підстановці в формулу (2) повинні задовольняти умову. В іншому випадку підприємство не рентабельне

$$Z(t) \geq E(t) + M(t) + O(t) + R(t), \quad (2)$$

де  $E(t)$  — затрати на енергію, кількість якої змінюється з часом  $t$ ;  $M(t)$  — затрати на матеріали;  $O(t)$  — затрати на закупівлю обладнання та амортизацію;  $R(t)$  — заробітня плата робітників.

**3.3. Моделювання життєвого циклу підприємства.** Життєвий цикл підприємства починається з закупівлі матеріалів, придбання обладнання та найму робітників. Для цього необхідний стартовий капітал який є одним з основних початкових параметрів моделі.

Якщо дохід підприємства протягом декількох періодів є позитивним, то, залежно від політики поведінки підприємства, є можливість:

- розширити виробництво збільшивши об'єми продукції що виготовляється — закупивши додаткового обладнання та найнявши більше робітників;
- збільшити асортимент товару — придбавши нове обладнання та найнявши більше робітників;
- викупити контроль над іншим підприємством в результаті чого те перестане існувати, а обладнання та робітники перейдуть до покупця.

За умови посереднього або від'ємного доходу його можна збільшувати варіюючи кількість виготовлюваної продукції. Якщо-ж це не допомагає скоріш за все підприємство є збитковим. Коли в фонді підприємства недостатньо грошей на закупку навіть мінімальної кількості продукції та забезпечення заробітною платою робітника підприємство вважається банкрутом та перестає існувати.

**3.4. Результати досліджень.** Запропонована модель поєднує в собі принципи роботи сучасних економічних математичних моделей з внесеними змінами для інтеграції принципів концепції «штучного життя». Модель будується таким чином, що кожний окремий індивід (підприємство) функціонує як окремий організм з своїм набором параметрів та принципами роботи. З плином часу параметри підприємств змінюються, деякі банкрутують інші розвиваються — тобто проходить процес близький до процесу життя в соціумі з принципами концепції «штучного життя».

Модель функціонує доки необхідно дослідити. Результатами моделювання є набір параметрів підприємств робота яких досліджувалась. Метою моделювання роботи певного набору підприємств в більшій мірі є прогнозування, що надасть змогу дослідити життєвий цикл нового підприємства або «зазирнути за обрій» та побачити перспективи існуючих виробничих підприємств в умовах конкуренції.

### Література

1. Самарский А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры [Текст] / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. — М. : Наука, 1997. — 320 с.
2. Емельянов В. В. Теория и практика эволюционного моделирования [Текст] / В. В. Емельянов, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. — М. : Физматлит, 2003. — 432 с.
3. Снитюк В. Є. Еволюційні технології прийняття рішень в умовах невизначеності [Текст] : дис...докт. техн наук: 05.13.06. / В. Є. Снитюк. — Київ, 2009. — 305 с.
4. Bedau M. A. Artificial Life: organization, adaptation and complexity from the bottom up [Text] / M. A. Bedau // Trends in cognitive science. — 2003. — Vol. 7, № 11. — P. 505–512.

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Б. В. Мысник**

В статье рассматривается проблема моделирования сложных искусственных систем. Под искусственными системами будем подразумевать предприятия по изготовлению товаров. Сначала выбирается модель, принципы которой используются для моделирования функционирования предприятий по изготовлению. Выбрав модель, определяем основные параметры модели искусственной жизни предприятий.

**Ключевые слова:** искусственная жизнь, нейронные сети, моделирование эволюции, искусственные системы.

*Богдан Викторович Мысник, ассистент кафедры механики, полиграфических машин и технологий Черкасского государственного технологического университета, тел.: 0634591689, e-mail: Setne@list.ru.*

### MATHEMATICAL OPERATION MODELING OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

**B. Mysnyk**

In this article we examine the complex artificial systems' modeling. When talking about artificial systems we imply enterprises producing goods. At first we choose the model, the first principles used for functional enterprise modelling. Having chosen the model we determine the basic parameters of enterprise's artificial life.

**Keywords:** artificial life, neuron nets, evolution modelling, artificial systems.

*Bohdan Mysnyk, assistant of the Mechanics, Printing Machines and Technologies Department of the Cherkassy State Technological University, tel.: 0634591689, e-mail: Setne@list.ru.*