

Васильченко К.Г.,
аспірант,
kwas-07@mail.ru

АГЕНТНИЙ МЕТОД У МОДЕЛЮВАННІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ВІДНОСИН НА ПІДПРИЄМСТВІ

Анотація. У статті порівняно можливості існуючих засобів багатоагентного моделювання, що дозволяють досліджувати соціальні процеси. Розглянуті особливості окремих програмних продуктів і можливості використання агентного методу. Наведено приклад використання програмного середовища AnyLogic для вирішення задач моделювання соціально-економічних процесів з урахуванням фактору ментальності працівників та підприємств.

Ключові слова: агентне моделювання, агент, імітаційне моделювання.

Постановка проблеми. Стрімкий розвиток інформаційних технологій змушує менеджмент використовувати методи імітаційного моделювання з метою покращення управління підприємствами і вирішення соціальних проблем. До імітаційного моделювання вдаються коли або дорого або неможливо експериментувати на реальному об'єкті; або неможливо побудувати аналітичну модель; або у системі є час, причинні зв'язки, наслідок, нелінійності, стохастичні (випадкові) змінні; та коли необхідно імітувати поведінку системи в часі.

Імітаційне моделювання є великою галуззю. Можна по-різному підходити до класифікації розв'язуваних у ній задач. Відповідно до однієї з класифікацій ця область налічує в даний час три основних напрямки моделювання динамічних систем: дискретно-подієве моделювання, системна динаміка та агентне моделювання. У кожному з цих напрямків розвиваються свої інструментальні засоби, що спрощують розробку моделей та їх аналіз. Дані напрями (крім агентного моделювання) базуються на концепціях і парадигмах, які з'явилися і були зафіксовані в інструментальних пакетах моделювання кілька десятиліть тому і з тих пір не змінювалися [1, 6].

Значні результати можуть бути отримані при використанні такого методу, як агентне моделювання. Це відносно новий напрямок в імітаційному моделюванні, який використовується для дослідження децентралізованих систем, динаміка функціонування яких визначається не глобальними

правилами і законами, а навпаки, ці глобальні правила і закони є результатом індивідуальної активності елементів цих систем. Агенти діють незалежно один від одного і при цьому передбачається, що в моделях немає єдиної регулюючої структури, яка контролювала б поведінку кожного агента окремо.

Аналіз публікацій. У 1971 році Томас Шеллінг вперше застосував агентний підхід для вирішення проблеми сегрегації населення за расовою ознакою. Створений ним програмний продукт [2] дозволяє отримати результати, що мають практичне застосування. Агентами даної моделі є індивідууми, які подаються фігурами трьох різних кольорів, розміщені в якому завгодно порядку на квадратній (8 на 8) майданчику, оточені такими ж, як вони, індивідуумами. Кожен окремих агент може бути «щасливим» або «нещасним», в залежності від числа тих, що оточують його агентів-сусідів, що мають однаковий з ним колір. При запуску моделі агент (людина) може пересуватися по умовному місту (64 клітини) і навіть покидати його. Програма дозволяє задавати «умови щасливого співіснування» для індивідуума кожної з трьох груп. Наприклад, агент зеленого кольору «щасливий», якщо хоча б три з восьми сусідів володіють однаковим з ним кольором. Досягнувши заданого сусідства, агент стає «щасливим» і зупиняється на виборі даного квадрата як свого «місця проживання». В залежності від налаштувань програми «нещасні мешканці» можуть або покинути місто, або вибрати найближчі вакантні місця. Модель сегрегації може використовуватися при моделюванні розширення міського населення за соціальним та расовою ознакою (проблема урбанізації), а об'єктом моделювання може бути не місто, а, як приклад, підрозділ промислового підприємства.

Однією з класичних моделей, які вивчають соціальні явища, є робота Роберта Аксельрода «Дилема ув'язнених» [3], заснована на підході теорії ігор. Модель симулює допит двох злочинців, причому у кожного з них є можливість або «мовчати» (співпрацювати зі співником),

або перейти на бік поліції шляхом доносу в обмін на деякі поблажки. Злочинці отримують бали підставі прийнятого рішення. Якщо обидва мовчать, то кожен отримує по 3 очки (поліція не має проти них доказів і може інкримінувати тільки незначне правопорушення). Якщо один мовчить, а інший «працює» з поліцією, то «зрадник» отримує 5 очок, а його мовчазний спільник жодного очка. Якщо з поліцією погоджуються «працювати» обидва, то вони отримують лише по одному очку. Найбільший виграш 6 очок — «мовчання» обох злочинців. Виграш в 5 очок виходить, якщо один із злочинців «мовчить», а другий погоджується на донос. Взаємне зраду двох злочинців дає їм виграш у 2 очки. Таким чином, для колективної системи найкращий варіант співпрацю між собою. Але для особисто кожного із злочинців «робота» з поліцією — це шанс заробити більше очок. Дійсно, якщо ваш партнер «мовчить», то ви отримуєте тільки 3 очки, якщо «мовчите», і цілих 5 очок, якщо погоджується «працювати» з поліцією. Другий варіант, ваш партнер «працює» з поліцією, тоді ви не отримуєте жодного очка, якщо «мовчить», і одне очко, якщо погоджується «працювати» з поліцією. Важливий висновок: нерациональне (з економічної точки зору) поведінка кожного окремого індивідуума може привести весь колектив до найкращого результату.

Викладення основного матеріалу. Нижче розглянуті деякі програмні продукти, що існують на ринку та використовують агентний підхід для вирішення соціальних проблем.

Компанія TNG Lab (Trade Network Game Laboratory) займається розробкою програмних продуктів для вивчення формування та розвитку торговельних мереж серед стратегічно взаємодіючих суб'єктів (покупців, продавців та дилерів), що працюють по різним ринковим стратегіям. TNG Lab використовує розширену теорію відповідності та поєднує її з теорією динамічних ігор [4], в якій суб'єкти повинні визначитися з вибором торгового партнера і стратегією взаємодії. Випущений лабораторією в 2010 р. програмний продукт StarLogo TNG дозволяє швидко освоїти основні прийоми агентного моделювання, самостійно розібратися в деяких працюючих моделях і навчитися створювати власні моделі [5].

NetLogo [6] — програмне середовище, призначене для імітаційного моделювання соціальних явищ. Продукт розроблений в 1999 р., його підтримка та оновлення проводиться Центром дистанційного навчання і комп'ютерного моделювання при Північно-Західному університеті в штаті Іллінойс, США. Мова NetLogo є розширенням мови програмування Logo і підтримує публікацію в Інтернеті java-апплетів, які можуть

використовуватися для моделювання. На сайті NetLogo представлена бібліотека програм, що використовують агентний підхід і реалізованих у вигляді java-апплетів, запуск яких здійснюється безпосередньо в браузері.

Назва системи агентного моделювання «Repast» являє собою скорочення від «Recursive Porous Agent Simulation Toolkit» [7]. Пакет був спочатку розроблений в Чикагському університеті. Repast має декілька версій на різних мовах, а також вбудовані адаптивні можливості, такі як генетичні алгоритми і регресії. Інструмент також включає інші методи моделювання (системну динаміку) і може використовуватися для моделювання соціальних мереж. Крім того, Repast включає підтримку систем географічної інформації для цілей географічного моделювання.

Однією з сучасних систем, що використовує агентний підхід, є комерційний продукт AnyLogic [8], розроблений компанією XJ Technologies (Санкт-Петербург, Росія). AnyLogic — популярний інструмент імітаційного моделювання, з яким працюють понад 15000 користувачів в 60 країнах світу. Програмний продукт призначений для проектування і оптимізації бізнес-процесів або будь-яких складних систем, таких як виробничий цех, аеропорт, госпіталь і т.д. Інструмент підтримує не тільки агентний, але й інші методи бізнес моделювання — системну динаміку і дискретно-подійове моделювання.

Прикладом використання агентного підходу для вивчення соціально-економічних явищ може служити модель виникнення та вирішення трудового конфлікту на підприємстві, розроблена в AnyLogic [9, 34]. Розвиток конфлікту залежить від ментальних особливостей його учасників і відбувається через низький, на думку робітників, рівня зарплати. Страйк починається з ініціативи профспілки в тому випадку, якщо число «незадоволених», яке визначається параметром їх ментальності, перевищує деяку межу. Страйкуючі мають страйковий фонд на той випадок, якщо дні страйку не будуть оплачені адміністрацією. Розмір страйкового фонду є головним чинником, що визначає тривалість страйку. Власник підприємства також по-різному може реагувати на вимоги страйкуючих. Спочатку їм оцінюється частка зарплати в собівартості продукції, що випускається. Якщо «частка» досить велика і власник не вважає можливим збільшення зарплати, то йому залишається, або висилати парламентарів до страйкуючих, або чекати поки у страйкуючих не закінчиться страйковий фонд. У тому випадку, якщо «частка» дійсно мала, власник може відхилити або прийняти вимоги страйкуючих (компромісний варіант — часткове задоволення вимог). Профспілка також може погоджуватися чи

відхиляти пропозиції власника щодо припинення страйку. Умови угод визначаються параметрами, що представляють собою відображення ментальної характеристики суспільства.

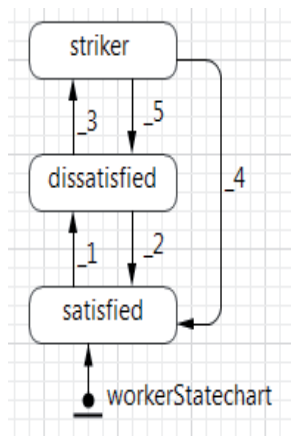


Рис. 1. Діаграма стану агента-працівника

Стан агента-працівника можна описати с допомогою використовуваних в AnyLogic діаграм станів (стейтчартів). У даному прикладі працівник може перебувати в трьох станах: 1) задоволеному, коли розмір зарплати відповідає його запитам; 2) незадоволеному – невдоволення розміром зарплати; 3) страйкуючому (рис. 1).

Переходи зі стану в стан відповідають наступним можливим крокам:

- 1 – працівника не задовольняє зарплата;
- 2 – власник підприємства підвищує зарплату, минаючи страйк;
- 3 – працівник починає брати участь у страйку;

– 4 – в результаті страйку власник підприємства задовольняє вимоги про підвищення зарплати;

– 5 – страйк припиняється, але вимоги працівника не виконані.

Параметри моделі та їх позначення:

- Кількість працівників – N;
- Існуючий інтервал заробітної плати працівників. Задається генеруємою для кожного агента випадковою величиною, рівномірно розподіленою в інтервалі $S_0 - S_1$;
- Щомісячні відрахування (% від зарплати) в страйковий фонд – D;
- Необхідний (з точки зору працівника) інтервал зарплати $S_1 - S_2$;
- Необхідні умови для початку страйку: частка незадоволених зарплатою від загального числа працівників більше заданого рівня M і розмір страйкового фонду не менше F;
- Тривалість страйку, днів – T;
- Мінімальний інтервал між страйками, днів – I;
- Квартальний прибуток підприємства – P;
- Втрати внаслідок одного дня простою – L;
- Відсоток підвищення зарплати в результаті вдалого страйку – X.

Було проведено кілька експериментів, у кожному з яких змінювалася величина відсотка підвищення зарплати і оцінювалися збитки, які несе підприємство в результаті простою. Результати моделювання ілюструються графіком на рис. 2. Відповідні значення параметрів моделі: $N = 100$, $S_0 = 2000$, $S_1 = 3000$, $S_2 = 4000$, $D = 1\%$, $M = 30\%$, $F = 15000$, $T = 5$, $I = 90$, $P = 4500000$, $L = 50000$, величина X варіювалась від 2% до 10%.

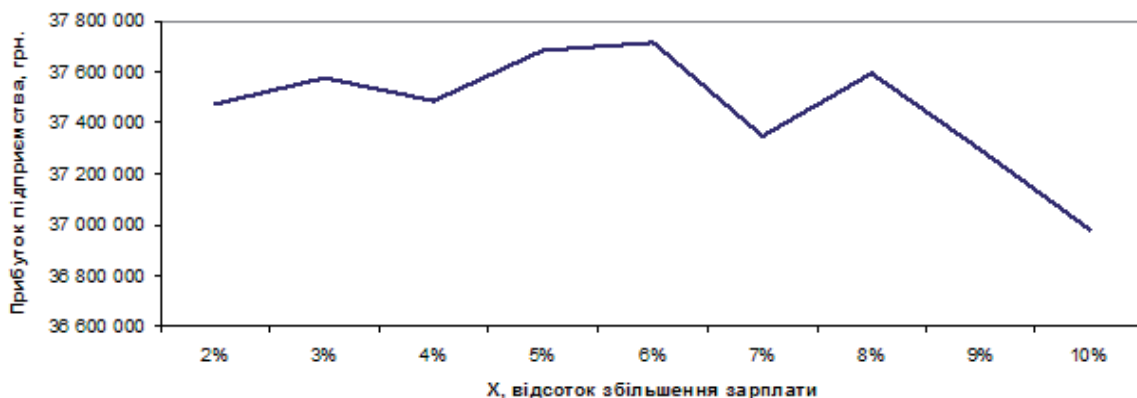


Рис. 2. Приклад: залежність прибутку підприємства від різних стратегій власника при вирішенні конфлікту

Як видно на графіку (рис. 2), при невеликих відсотках збільшення зарплати прибуток підприємства знижується за рахунок частих страйків. Потім спостерігається ряд значень X , при яких значення прибутку досягає максимуму. Подальші поступки з боку власника призводять до зменшення прибутку, при цьому збільшення фонду зарплати знижує прибуток значніше, ніж простий виробництва.

Висновки. Отримані результати свідчать про працездатність запропонованої моделі. Перспективою подальшого вдосконалення моделі є додавання елементів теорії ігор в поведінку агентів.

Література

1. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 / Ю.Г. Карпов. — СПб : БХВ-Петербург, 2005. — 400 с.; ил.
2. Tesfatsion L. Home Page. The Shelling Segregation Model Demonstration Software / Tesfatsion L. [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/demos/schelling/schellhp.htm>
3. Tesfatsion L. Home Page. Axelrod Tournament Demonstration Software / Tesfatsion L. [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/demos/axelrod/axelrodt.htm>
4. Дж. фон Нейман. Теория игр и экономическое поведение / Дж. фон Нейман, О. Моргенштерн. — М. : Наука, 1970. — 983 с.
5. Tesfatsion L. Home Page. Trade Network Game Laboratory. Manuals, Tutorials, Software, and Research Articles / Tesfatsion L. [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/tnghome.htm>
6. NetLogo Home Page. NetLogo Models Library: Sample Models / Social Science [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/Altruism>
7. Repast. Официальный сайт [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://repast.sourceforge.net/index.html>
8. Киселева М.В. Имитационное моделирование систем в среде AnyLogic : учебно-методическое пособие / М. В. Киселёва. — Екатеринбург : УГТУ — УПИ, 2009. — 88 с.
9. Васильченко К. Г. Агентная модель трудового конфликта на предприятии. Матеріали XVII Всеукраїнської науково-методичної конференції «Проблеми економічної кібернетики 2012» : в 3 т. — Т. 1. — Одеса : ОНПУ, КНЦ «Політех-консалт», 2012 — С. 34.

Васильченко К.Г. Агентный метод в моделировании социально-экономических отношений на предприятии

Аннотация. В статье сравниваются возможности существующих средств многоагентного моделирования, позволяющие исследовать социальные процессы. Рассмотрены особенности отдельных программных продуктов и возможности использования агентного метода. Приведен пример использования программной среды AnyLogic для решения задач моделирования социально-экономических процессов с учетом фактора ментальности работников и предпринимателей.

Ключевые слова: агентное моделирование, агент, имитационное моделирование.

Vasylchenko K.G. The agent based method in simulation of socio-economic relations on enterprise

Summary. Existing tools of multiagent simulation that allow studying of social processes are compared. The specific features of software products and the possibility of the agent based method application are discussed. An example of simulation of socio-economic processes taking into account mentality factors of employees and entrepreneurs in AnyLogic software environment is provided.

Keywords: agent-based modeling, agent, computer simulation.