

УДК 519.816

С.В. Лубенець¹, І.М. Харченко²¹Харківський інститут економіки ринкових відносин і менеджменту²Міжнародний Слов'янський університет. Харків

ІМІТАЦІЙНЕ АГЕНТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В МІЖНАРОДНИХ ВІДНОСИНАХ

У статті викладено основи агентного імітаційного моделювання процесу мобілізації великої кількості людей, яка знаходить широке застосування в міжнародних відносинах. На прикладі політичної мобілізації під час виборчого процесу розкрито особливості створення та дослідження агентних моделей у системі імітаційного моделювання AnyLogic з поетапним урахуванням найбільш суттєвих факторів мобілізації.

Ключові слова: міжнародні відносини, модель, імітаційне моделювання, агентне моделювання, мобілізація, політична мобілізація, виборчий процес.

Вступ

Постановка проблеми. Прийняття виважених і своєчасних рішень у сфері міжнародних відносин можливе лише при урахуванні й детальному аналізі багатьох різноманітних факторів, що можуть істотно вплинути на вирішення поточної проблемної ситуації. Як відомо, у подібних ситуаціях на допомогу приходять один з найбільш універсальних засобів підтримки прийняття рішень – моделювання, при якому реальний об'єкт чи процес замінюється адекватною йому аналітичною чи імітаційною моделлю.

Однак, для вирішення реальних задач у сфері міжнародних відносин застосування чисто аналітичних методів при моделюванні стикається із серйозними труднощами або взагалі неможливе. Це пов'язано з надзвичайною складністю та багатогранністю факторів міжнародної проблематики, значним впливом стохастичних процесів, наявністю внутрішнього паралелізму у функціонуванні досліджуваних підсистем та їх компонентів, можливістю переривання або різкої зміни характеру їх роботи тощо. Крім того, моделі реальних міжнародних систем часто є істотно нелінійними, а чисто математичні співвідношення в них зазвичай доповнюються логіко-семантичними операціями, для яких аналітичного рішення не існує. У таких ситуаціях при аналізі й дослідженні складних систем застосовується імітаційне моделювання, яке в багатьох випадках є єдиним способом отримати уявлення про поведінку складної міжнародної системи, провести її аналіз і прийняти оптимальне рішення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відповідно до однієї із сучасних класифікацій [1], область імітаційного моделювання нараховує в даний час чотири основних напрямки: моделювання динамічних систем; системна динаміка; дискретно-подійне моделювання; агентне моделювання. Найбільш сучасним є агентне моделювання, яке реалізує порівняно нові концепції і парадигми в імітаційному моделюванні.

Агентне моделювання може застосовуватися для вирішення проблемних ситуацій у тих випадках,

коли відсутні точні знання про глобальні закони – тобто у найбільш загальному випадку, і використовується для дослідження децентралізованих систем, динаміка функціонування яких визначається не глобальними правилами і законами, а навпаки, ці глобальні правила і закони є результатом індивідуальної й автономної активності деяких сутностей – агентів.

Виходячи з цього нами зроблено припущення, що побудова та аналіз агентної моделі може дозволити суб'єкту міжнародних відносин одержати уявлення про найбільш загальне поведінку міжнародної системи на основі відомого поведінку її окремих складових елементів, а імітаційне агентне моделювання буде якнайбільш сприяти прийняттю суб'єктом оптимальних рішень.

Формування цілей. У даній роботі викладено агентний підхід до моделювання одного із напрямків міжнародних відносин – мобілізації великої кількості людей. Процес мобілізації надзвичайно важливий у міжнародних відносинах, адже досить часто без нього становиться неможливим вирішення багатьох соціальних, урбаністичних, економічних, політичних чи екологічних проблем. Досить багато резонансних глобальних міжнародних подій супроводжувались мобілізацією: регіональні та світові війни; революції; розповсюдження вчень, теорій, релігій та ідеологій; виборчі процеси; ліквідація наслідків природних катаклізмів і техногенних катастроф інше.

З метою виявлення можливостей імітаційного моделювання при вирішенні питань міжнародної мобілізації в роботі описано процес створення агентної мобілізаційної моделі в професійній інструментальній системі «AnyLogic» [1] на прикладі політичної мобілізації людей під час виборчого процесу. Крім того, метою роботи є ознайомлення фахівців у галузі міжнародних відносин з основними можливостями пакету AnyLogic, бажання звернути їх увагу на важливість застосування сучасного агентного імітаційного моделювання при вирішенні багатьох проблемних ситуацій у сфері міжнародних відносин.

Основний матеріал

Система «AnyLogic» базується на об'єктно-орієнтовній концепції й розроблена на основі нових ідей в області інформаційних технологій, теорії паралельних взаємодіючих процесів і теорії гібридних систем. Вона підтримує побудову, аналіз та оптимізацію різних типів імітаційних моделей, сприяючи вирішенню широкого кола проблем у різних сферах діяльності, дозволяє створювати гнучкі моделі з начною візуалізацією процесу, що моделюється, і можливістю збору необхідної статистики.

Розглянемо основні етапи процесу створення й дослідження в пакеті AnyLogic агентної імітаційної моделі політичної мобілізації людей під час виборчого процесу. Припустимо, що існують дві найбільш впливові політичні партії (що характерно для багатьох країн світу), кожна з яких намагається якимось чином вплинути на виборця, мобілізувати (заагітувати) його на свій бік. Позитивним результатом для кожної політичної сили є розширення своїх рядів, підвищення електорального рейтингу й отримання якнайвищого проценту голосів на виборах.

Будемо вважати, що створювана імітаційна модель охоплює період часу з моменту створення партій, і спочатку обидві партії нікому не відомі. Для того, щоб люди отримали інформацію про партії, про їх політичну направленість, ідеологію, програму дій і ставали членами партій або їх прихильниками, партії та їх діяльність рекламуються. У підсумку певна частка людей під впливом реклами, а також у результаті спілкування з тими, хто вже визначився з власними політичними симпатіями, стають прихильниками або членами тієї чи іншої партії і готові за неї проголосувати під час виборів.

Спочатку в системі AnyLogic створюється новий проект для моделі. Першим кроком при створенні агентної моделі є створення агентів, які є основним блоком для побудови агентної моделі. Агентна модель складається з множини агентів і їхнього оточення. Для кожного агента задається набір правил, згідно яким він взаємодіє з іншими агентами зі свого оточення. Ця взаємодія й визначає загальне поведіння системи. AnyLogic підтримує всі можливі способи задання поведінки агентів – діаграми станів (стейт-чарти), синхронне й асинхронне планування подій тощо. У нашій моделі агентами будуть люди.

В AnyLogic для створення агентів спочатку створюється клас активного об'єкта, що буде задавати внутрішню структуру агента, а потім указується необхідна кількість екземплярів цього класу, кожний з яких буде представляти окремого агента моделі. Після створення класу можна додати агентів у модель. У розглянутій моделі автоматично створено 1000 екземплярів класу Person, кожний з яких буде представляти окремого агента people, тобто кількість людей у нашій моделі дорівнює 1000.

Далі задаються характеристики агента за допомогою параметрів класу. У нашому випадку всі агенти мають спільну структуру, оскільки всі вони зада-

ються об'єктами одного класу. За допомогою параметрів системи були задані наступні характеристики індивідуально для кожного агента:

- схильність людини до впливу реклами (Ad Effectiveness);
- середньорічну кількість зустрічей людини (Contact Rate);
- силу переконання людини (Adoption Fraction);
- є дана людина прихильником партії, чи вважається лише потенційним прихильником (Adopters, Potential Adopters).

Наступним кроком побудови моделі є візуальне задання поведінки агента за допомогою стейтчарта. Тут спочатку моделюється процес переходу людини з нейтрального стану в прихильника однієї з партій. При цьому припускається, що час, через який людина стане членом партії або її симпатиком, експоненційно залежить від ефективності рекламування цієї партії. Головна задача моделі мобілізації – вивчення того, як швидко люди стають симпатиками партій. Тому в моделі необхідно підраховувати число прихильників партії за допомогою спеціально створених змінних. При вході агента в стан прихильників значення змінної, що підраховує кількість прихильників відповідної партії, збільшується на одиницю. При виході зі стану значення цієї змінної зменшується на одиницю.

На даному етапі побудови нашої моделі люди довідуються про партії тільки під впливом реклами. Насправді, рекламний ефект відіграє значну роль лише в момент появи нових партій. Надалі все більшу роль буде грати діяльність партії і спілкування людей з тими своїми знайомими, які вже є прихильниками тієї або іншої партії й самі готові за неї голосувати або вступати в її ряди. В основному люди змінюють свою думку саме під впливом переконання своїх знайомих. Таким чином, далі вносяться такі зміни в модель, щоб урахувати вплив спілкування людей. Те, наскільки швидко людина зуміє переконати свого знайомого в необхідності голосувати за ту чи іншу партію, буде залежати від сили переконання цієї людини й від того, скільки знайомих він зустрічає за рік. При цьому спочатку будемо вважати, що ставши прихильником тієї або іншої партії, людина вже не змінює своєї думки.

Для відображення процесу мобілізації й спостереження за динамікою процесу, що моделюється, далі створюється діаграма, що відображає динаміку зміни числа прихильників партій. Результати мобілізації у вигляді діаграми з урахуванням спілкування з переконанням людей показані на рис. 1, а. Видно, що завершення процесу мобілізації практично зі 100%-ю мобілізацією населення обома партіями, коли система, яку моделюють, приходять у стан рівноваги, для заданих у моделі значень параметрів настає приблизно через вісім одиниць модельного часу. Оскільки під одиницею модельного часу у нашому випадку ми розуміємо один рік, то процес мобілізації у цій моделі триває близько 8-ми років.

Однак, при моделюванні необхідно також ураховувати той факт, що люди спілкуються не з будь-якими своїми знайомими, не залежно від місця їхнього проживання, а переважно з тими, хто живе поблизу, і що спілкування між людьми може як збільшувати число прихильників партії, так і зменшувати. Тобто, в результаті перепереконання людина може перейти з рядів електорату першої партії в ряди електорату другої партії, або ж на якийсь час зайняти нейтральну позицію, знову ставши потенційним прихильником

обох партій. Крім того, у моделі варто передбачити можливість розчарування виборців у своїх партіях через дію якихось інших факторів, що явно не враховуються в нашій моделі. Для цього задається середній термін тривалості симпатії виборців до своїх партій (Discard Time). Результати моделювання при наявності перепереконання й середній тривалості симпатії Discard Time=1 рік мають вигляд, як показано на рис. 1, б. У цьому випадку кожній з партій вдається мобілізувати лише близько 14% електорату.

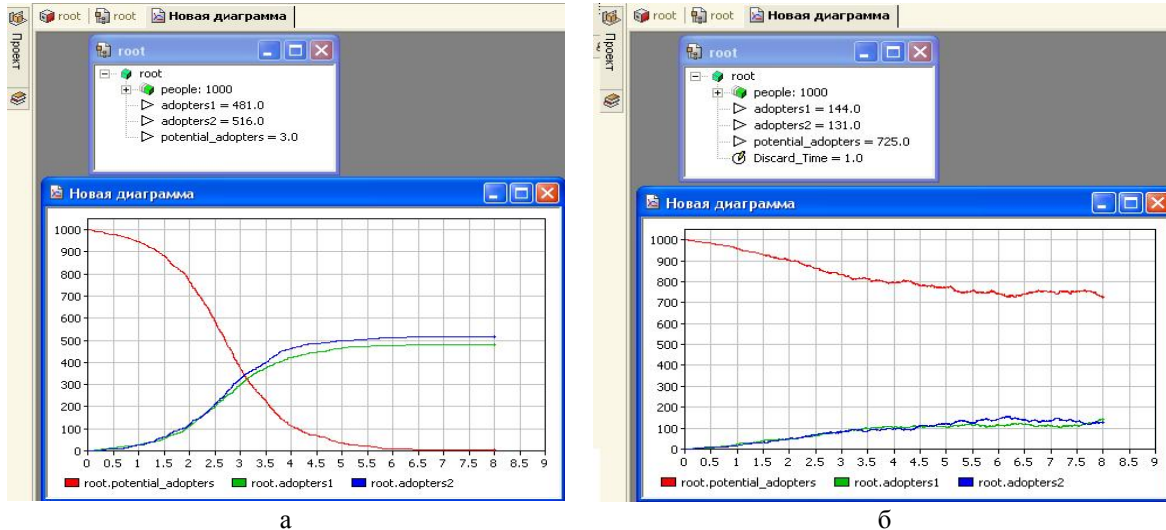


Рис. 1. Результати моделювання мобілізації населення з урахуванням спілкування людей:
а – моделювання при спілкуванні з переконанням;
б – моделювання з урахуванням переконання й розчарувань

Варто відмітити, що в даному моделюванні сила впливу реклами й переконань, а також частота спілкування й тривалість симпатії вважаються однаковими для потенційних прихильників обох партій, отже, і кількість розрахованих прихильників в обох випадках виявилась приблизно однаковою для першої й другої партії. Однак у випадку варіювання вказаних параметрів моделювання для кожної партії окремо в залежності від реального стану речей, будемо отримувати відповідно різні рівні мобілізації партіями свого електорату.

На наступному кроці побудови моделі вона робиться просторовою, щоб можна було задати місця проживання людей. Далі, для створення наочної візуалізації досліджуваного процесу створюється інтерактивна анімація з можливістю зміни параметрів системи по ходу моделювання процесу. У першу чергу виконується анімація агента для можливості показувати на анімації людей, що проживають на досліджуваній території. Ми будемо відображати їх точками різних кольорів, залежно від стану: сіра точка – людина, що не визначилася, потенційний прихильник партії; червона – прихильник першої партії; синя – прихильник другої партії.

Далі на анімацію додаються три індикатори, за допомогою яких будемо відслідковувати, скільки людей залишаються потенційними прихильниками (Potential Adopters), а скільки – уже готові голосувати

за першу (Adopters1) чи другу (Adopters2) партію. Для можливості зміни і контролю основних параметрів системи по ходу моделювання процесу на анімацію розміщуються три відповідних бігункових регулятори (Adoption Fraction, Contact Rate і Discard Time) з відображенням встановлених значень цих параметрів.

Додатково, для обліку більшого числа факторів і підвищення адекватності й реалістичності імітаційної моделі, виконується урахування рекламних кампаній партій, можливість людей переміщуватися по розглянутій у моделі території, а також мігрувати.

Будемо вважати, що партії рекламуються з однаковою ймовірністю, а області проведення рекламних кампаній (з появою «спалахів» прихильників) будуть відображатися на анімації у формі окружностей червоним або синім кольором залежно від рекламованої на даній території партії. Вважається також, що рекламні кампанії можуть змінювати думку виборців і сприяти переходу їх або в ряди прихильників іншої партії, або з симпатиків у потенційні прихильники партії.

До цього часу в створеній моделі кількість людей, що проживають на досліджуваній нами території, вважалась сталою, а їх положення незмінним. Насправді, завжди відбувається переміщення людей як у межах території, так і їх міграція – люди як в'їжджають на розглянуту територію, так і виїжджають з

неї. Тому, з метою врахування цих процесів, надалі в модель вносяться відповідні зміни, а на анімації відображається поточне число жителів даної території.

Після урахування всіх перерахованих факторів, що істотно впливають на реалістичність побудованої агентної моделі, одержуємо остаточні результати імі-

таційного моделювання. Стани анімації для двох наборів параметрів виборців з фіксацією двох рекламних кампаній різних партій наведені відповідно на рис. 2, а і 2, б. Природно, що збільшення значень параметрів Adoption Fraction, Contact Rate і Discard Time буде сприяти зростанню прихильників обох партій.

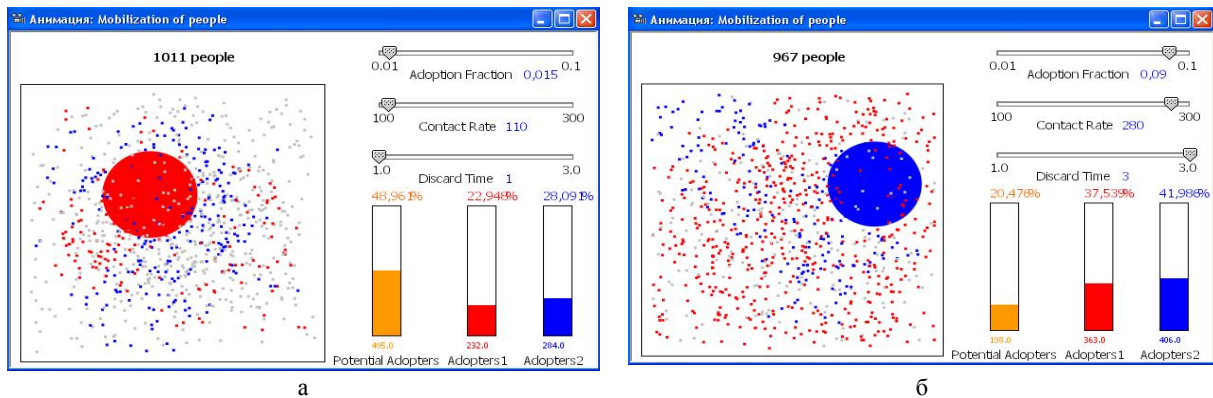


Рис. 2. Результати імітаційного агентного моделювання мобілізації населення:

а – рекламна кампанія першої партії;

б – рекламна кампанія другої партії

Висновки

У статті відображено наочний підхід до агентного імітаційного моделювання на прикладі мобілізації людей, яка знаходить широке застосування в міжнародних відносинах. У роботі показані основні кроки створення агентних моделей у системі імітаційного моделювання AnyLogic з поетапним урахуванням основних факторів політичної мобілізації: рекламних кампаній, спілкування людей, зміни ними своїх поглядів, розчарування, переміщення та міграції людей тощо. Отримані результати продемонстрували можливість застосування сучасного агентного імітаційного моделювання при вирішенні багатьох проблемних ситуацій у сфері міжнародних відносин, пов'язаних з мобілізацією людей. Показано, що правильно побудована модель і ретельно інтерпретовані результати агентного моделювання можуть забезпечити суб'єктові міжнародних відносин ефективну підтримку прийняття рішень.

Подальші перспективи. Враховуючи широкі можливості системи AnyLogic та подібних їй систем, перспективним є комбінування одночасно

декілька підходів до імітаційного моделювання (динамічний, дискретно-подійний, агентний) в межах однієї імітаційної моделі. Це надасть можливість моделювати міжнародні системи з дуже складним поведінням, які не можуть бути описані в межах лише одного з напрямків моделювання.

Крім того, при моделюванні часто доцільним є проведення оптимізаційних експериментів з варіюванням параметрів моделі. Це варто використовувати в тих випадках, коли певні параметри відіграють істотну роль, і потрібно проаналізувати, як вони впливають на поведіння моделі, або коли потрібно знайти їх оптимальні значення.

Список літератури

1. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 / Ю. Карпов [Текст]. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.

Надійшла до редколегії 11.11.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Х.В. Раковський, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ИМИТАЦИОННОЕ АГЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЯХ

С.В. Лубенец, И.М. Харченко

В статье изложены основы агентного имитационного моделирования процесса мобилизации большого количества людей, которая находит широкое применение в международных отношениях. На примере политической мобилизации во время избирательный процесс раскрыты особенности создания и исследования агентных моделей в системе имитационного моделирования AnyLogic с поэтапным учетом наиболее существенных факторов мобилизации.

Ключевые слова: модель агентного моделирования, мобилизация, политическая мобилизация, избирательный процесс.

IMITATION AGENTNOE OF DESIGN IN INTERNATIONAL RELATIONS

S.V. Lubenec, I.M. Kharchenko

The article describes the basics of agent-based simulation of the mobilization of large numbers of people, which is widely used in international relations. On the example of political mobilization during the election process the features of the creation and study of agent-based models in the simulation AnyLogic with phased according to the most significant factor mobilization.

Keywords: model, simulation, agent-based simulation, mobilization, political mobilization, electoral process.