

Мальцева К. С.

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ МОДЕЛІ КУЛЬТУРНОГО КОНСОНАНСУ

Стаття пропонує оглядовий аналіз однієї з найбільш ефективних теоретичних побудов у сучасних соціальних дослідженнях біомедичного напрямку, що стосуються взаємин між суспільством та здоров'ям, – моделі культурного консонансу. Сформульований Уільямом Дреслером у результаті 20-ти років емпіричних спостережень у галузі нерівності у здоров'ї (health disparities) у Сполучених Штатах та Бразилії, культурний консонанс стосується негативних наслідків у здоров'ї індивідів, нездатних реалізувати суспільні стандарти у своїй поведінці чи способі життя. Публікація розглядає інтелектуальні витоки цієї теорії, її основні суттєві висновки на момент сьогоднішнього та сучасні напрямки досліджень, що спираються на модель культурного консонансу.

Ключові слова: соціологія здоров'я, прояви соціальної нерівності у здоров'ї (health disparities), теорія, культурний консонанс.

Матеріал надійшов 24.03.2014

УДК 316.4:303.09:004.358

Грушецький А. М.

АГЕНТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ: ОСНОВНІ ІДЕЇ І ПЕРСПЕКТИВИ

Агентне моделювання є сучасним методом вивчення соціальних процесів, який дозволяє аналізувати зв'язок між поведінкою агентів на мікрорівні та її наслідками на макрорівні. У цій статті аналізуються основні ідеї, принципи побудови моделей і наводяться приклади реалізації агентного моделювання для вивчення деяких суспільних процесів. Ми доходимо висновку, що агентне моделювання є перспективним методом, який дозволяє глибше розуміти і пояснювати соціальні процеси.

Ключові слова: агентне моделювання, агент, середовище, правило.

Побудова пояснювальних і прогностичних моделей є одним з найбільш перспективних і корисних інструментів вивчення соціальної реальності. Майже в абсолютній більшості випадків, виходячи з етичних і прагматичних міркувань, проводити експерименти на реальних людських спільнотах для перевірки своїх теорій соціолог не має можливості. У цьому контексті методи моделювання є просто необхідним інструментом з «арсеналу» вченого-соціолога. Вчені, які присвятили свій час вивченню соціальних процесів, досить давно і небезуспішно виявляють інтерес до методів моделювання. Класичними, наприклад, є моделі системної динаміки, які роз-

робляються інженером Дж. Форрестером з 1960-х років [6], або модель сегрегації, запропонована економістом Т. Шеллінгом в 1970-х роках на основі клітинних автоматів [14]. У випадку вітчизняних вчених, наприклад, варто нагадати про експерименти з моделлю «Соціон» [2], спроби побудови моделей під керівництвом М. Амосова [1; 5], імітаційну модель відтворення трудових ресурсів «Труд-1», розроблену В. Паніотто і Л. Фінкелем для населення Києва у 1980-х роках [3]. Починаючи з 1990-х різкий прорив і розвиток у сфері комп'ютерних технологій і програмуванні обумовив і стрімкий розвиток методів моделювання, зокрема і в соціальних науках.

Окрім збільшення можливостей реалістичного відтворення людських спільнот, розвиток програмування привів до створення численних комп'ютерних програм, які тепер дозволяють і користувачу-соціологу тільки з базовими навичками роботи з комп'ютером створювати свої різноманітні моделі соціальних процесів. Одним з таких сучасних методів є агентне моделювання (agent-based modeling), який ще не здобув належного поширення серед соціологічної спільноти України.

Теоретичні засади агентного моделювання

Дехто з науковців, котрі стояли біля витоків агентного моделювання, розглядають цей метод як новий підхід до досліджень у соціальних науках – «виращування» штучних суспільств (growing artificial societies), де соціальні науковці могли б *перевіряти свої теорії*. В одній з основоположних праць Дж. Епштейн і Р. Акстелл відзначають: «Соціальні науки складні через те, що складно проводити контрольовані експерименти. Зокрема, важко тестувати гіпотези, які стосуються зв'язку між індивідуальною поведінкою і макроскопічними регулярностями... Як гетерогенний мікросвіт індивідуальної поведінки породжує глобальні макроскопічні регулярності суспільства?» [9, с. 1]. Для Дж. Епштейна ключовим питанням є «як децентралізовані локальні інтеракції гетерогенних автономних агентів генерують певну регулярність?» [10, с. 5]. Наприклад, як прості взаємодії людей на мікрорівні з обміну, купівлі / продажу ресурсів можуть формувати такі макроструктури, як, наприклад, класи.

Саме агентне моделювання і є тим інструментом, який дозволяє отримати бажані відповіді, адже основна суть методу – це увага до мікрорівня взаємодії самих «учасників» досліджуваного процесу (і неважливо, хто саме є учасниками – люди, організації / установи, держави тощо). «Агентні моделі надають обчислювальну демонстрацію того, що вихідні мікроспецифікації є, по суті, *достатніми для того, щоб згенерувати макроструктуру, яка цікавить дослідника*» [10, с. 8]. Соціальні науковці, які застосовують такий підхід, аналізують, які мікроспецифікації можуть бути достатніми для досягнення агентами певної макроструктурної конфігурації. Як відзначає Дж. Епштейн, «девізом *генеративної соціальної науки* (generative social science) ... є: якщо ти не виростив це, то ти не пояснив його виникнення (emergence)» [10, с. 8]. Фактично, агентні моделі виступають «лабораторією», де науковці можуть тестувати свої теорії, вивчати

правдоподібність своїх припущень щодо того, яка саме поведінка, які правила взаємодії між суб'єктами породжують певну соціальну реальність макрорівня.

Принципи побудови агентних моделей

Основними компонентами агентного моделювання є визначення (1) «агентів» (agents), (2) середовища (environment) / простору (space) і (3) правил (rules) [9, с. 4; 12, с. 152]. Інакше кажучи, *агентна модель* (і, власне, агентне моделювання) – це *сукупність агентів, які взаємодіють у певному середовищі / просторі відповідно до деяких правил, визначених дослідником*.

Серед цих компонентів ключовим для розуміння суті підходу є визначення поняття «агент». Н. Гілберт і К. Троїтч, посилаючись на фахівців з комп'ютерного програмування, наводять такі типові характеристики агентів: 1) *автономність* (ніхто не впливає на дії агентів та їхній внутрішній стан), 2) *соціальність* (агенти взаємодіють між собою), 3) *реактивність* (агенти реагують на своє середовище), 4) *проактивність* (агенти не тільки реагують на своє середовище, а й можуть бути ініціативними та вдаватися до цілеорієнтованих дій) [8, с. 173]. Ч. Макал і М. Норт основними рисами агента називають 1) *самодостатність, модулярність* (агент має певні обмеження) і *унікальну ідентифікацію агента* (агент має характеристики / атрибути, які вирізняють його від інших агентів), 2) *автономність та самокерованість* (принаймні у певному діапазоні рішень агент може діяти незалежно), 3) *стан агента змінюється в часі*, 4) *соціальність* (агент взаємодіє з іншими агентами) [12, с. 153]. Можна бачити, в першу чергу акцент робиться на тому, що агенти – це об'єкти з певним унікальним (у рамках конкретної моделі) набором характеристик, які здатні діяти автономно в певному середовищі і які взаємодіють з іншими агентами. Найпростішим прикладом агента є звичайна людина. Залежно від моделі, окремо взятий агент-людина може характеризуватися статтю, віком, зайнятістю, наявністю сім'ї / дітей і т. д. – будь-якою характеристикою, яка є важливою з погляду цієї конкретної моделі. Проте поняття агента не обмежується винятково людьми. В моделі агентом може виступати також домогосподарство, організація / підприємство, держава або окрема частина держави і т. д.

Другим компонентом агентного моделювання є середовище / простір, де між собою взаємодіють агенти. Роль середовища у моделі може бути різною – від просто інформування про просторове розміщення агентів до визначального впливу

на стан і поведінку агентів [8, с. 181–182; 12, с. 155]. Іншими словами, в одних моделях середовище може просто надавати інформацію про те, в якому конкретно місці зараз перебуває агент (і, відповідно, наскільки він віддалений або близький до інших агентів). В інших моделях кожне місце в середовищі може містити додаткову інформацію, яка впливає на стан і поведінку агентів. Наприклад, рівень забруднення території, наявність важливих для агента ресурсів і т. д.

Третім компонентом агентного моделювання є правила. Два попередні компоненти складають «оболонку» моделі, основний структурний вигляд. Правила наповнюють модель «життям». Правила визначають, на досягнення яких цілей орієнтуються агенти, як вони поведуться, як вони оцінюють і реагують на своє середовище, на стан навколишніх агентів-сусідів. В першу чергу під правилами в агентних моделях розуміють локальні інтеракції самих агентів або реакції агентів на своє середовище. Наприклад, агенти можуть змінювати свій «погляд» / «думку» залежно від того, якої «думки» дотримується більшість з їхнього оточення. У такому разі правило може звучати таким чином: «Якщо серед найближчих сусідів агента більшість дотримується «думки», протилежної від тої, яку має агент, на наступному кроці агент змінить думку на ту, якої дотримується більшість з його оточення». Це найпростіший варіант правила. Для ускладнення можуть вводитися додаткові параметри, як порогове значення, за яким оточення починає «тиснути» на агента (тобто скільки саме агентів серед свого оточення має дотримуватися протилежної «думки», щоб це почало створювати «дискомфорт» для агента), ймовірнісний характер зміни думки (тобто агент під впливом оточення не автоматично змінює свою думку, а змінює лише з певною ймовірністю), віддалений у часі вплив (тобто має пройти певний період, після якого оточення почне «тиснути» на агента), прив'язка впливу оточення до характеристик агента (тобто залежно від своїх характеристик агент може більшою або меншою мірою бути сприйнятливим до «думки» більшості) і т. д. Водночас агентне моделювання допускає і поведінку згідно з більш глобальними правилами, які не прив'язані до конкретного середовища або оточення агентів. Наприклад, усі агенти на кожному кроці можуть старішати і згідно з певною ймовірністю «помирати», або можуть проявлятися інші процеси (демографічні, економічні і т. д.). Відповідно, правила можуть бути як реакцією на суто локальні речі, так і наслідком певних глобальних процесів.

Дж. Епштейн наводить такі, на його думку, визначальні риси агентного моделювання.

Гетерогенність – популяція агентів є гетерогенною у тому розумінні, що індивіди відрізняються за численною кількістю ознак, які, до того ж, можуть змінюватися з часом. Наприклад, агенти можуть старішати, здобувати освіту, народжувати дітей тощо.

Автономія – не існує певного «керівного центру», який скеровує поведінку індивідів. Навпаки, індивіди у своїх діях є *автономними*. Втім, оскільки правила взаємодії між індивідами є, фактично, виявом соціальних норм та інституцій, то певні макроструктури все одно беруться до уваги. Тобто агентно-орієнтовані моделі уможливають аналіз співрозвитку суспільного мікро- і макрорівня.

Експліцитний простір – агенти діють у певному просторі. Наприклад, окремий населений пункт або географічний регіон. Простором може бути також і, наприклад, просто мережа індивідів. У кожному конкретному випадку простір обирається у відповідності із завданнями, які має розв'язувати модель.

Локальні інтеракції – агенти взаємодіють між собою та з навколишнім середовищем на локальному рівні.

Обмежена раціональність – агенти не володіють глобальною інформацією про все, що відбувається навколо [10, с. 5–6]. Втім, вони водночас вони можуть спиратися на *доступний* запас інформації (наприклад, пам'ять про минулі дії).

Можливість навчатися – імпліцитно присутня в міркуваннях Дж. Епштейна, але, втім, він її не виносить як окрему характеристику. На нашу думку, вона варта уваги.

Досить схожий перелік визначальних рис агентного моделювання наводить і Д. Омелянчик (посилаючись на В. Караєва) [3, с. 10–11]. Таким чином, вивчаються мікроінтеракції агентів і аналізуються емерджентні властивості системи, які виникають внаслідок таких інтеракцій [13, с. 2].

Приклади застосування агентних моделей для вивчення соціальних процесів

На цей момент уже існує численна кількість реалізованих моделей за допомогою агентного підходу. В рамках цієї статті для ілюстрації можливостей агентного моделювання ми стисло розглянемо приклади трьох моделей: динамічна модель сегрегації Т. Шеллінга, модель спонтанного громадянського насильства Дж. Епштейна, модель історичного розвитку Давнього світу Африки і Євразії.

Найпростішим і одним з найпоширеніших прикладів агентного моделювання може бути модель сегрегації Т. Шеллінга¹. Як можна зрозуміти з назви, модель розроблялася для вивчення процесів сегрегації. Початковий образ моделі яв-

ції населення. Тобто, на дуже простій моделі з дуже простими локальними правилами взаємодії клітин Т. Шеллінг показує, як інтеракції «знизу» призводять до серйозних соціальних наслідків на рівні суспільства «в цілому» (див. рис. 1).

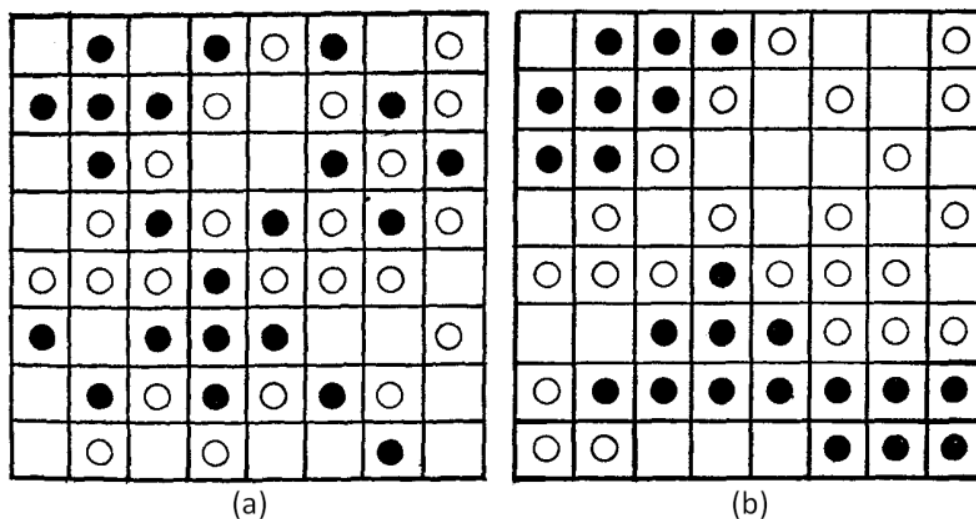


Рис. 1. Динамічна модель сегрегації Т. Шеллінга (зліва (а) – вихідний стан з випадково розміщеними фішками, справа (б) – стан після декількох ітерацій)

ляє собою шахову дошку (відзначимо, що клітинна структура умовної «дошки» не враховувала, чи є сама клітина чорною або білою, тобто ця характеристика була неважливою) з чорними і білими фішками на ній (деякі клітини залишаються вільними, тобто чорні і білі фішки не займають весь простір). Згідно з припущенням моделі, існує певний поріг «комфортності» для фішки в залежності від кількості фішок іншого кольору у своєму оточенні (серед сусідніх фішок). Якщо фішок іншого кольору стає багато – цій фішці буде «некомфортно». Якщо фішці «некомфортно», то вона може пересунутися на вільне місце, де їй буде «комфортно». Дослідник може задавати різні пороги «комфортності» і вивчати, як змінюється просторова структура чорних і білих фішок (які спочатку випадково розподілені). Згідно з результатами Т. Шеллінга (який, до речі, вручну розраховував кроки фішок у моделі) навіть при досить низьких порогах (близько 1/3 «свого» кольору) досить скоро простір розділяється на скупчення окремо чорних і окремо білих фішок [14]. Якщо спроектувати цей результат на, власне, соціальні науки, то можна стверджувати, що навіть досить низька чутливість до чужорідних рас або культур у своєму оточенні все одно сприяє відчутній сегрега-

Помітно складнішою є модель спонтанного громадянського насильства, розроблена Дж. Епштейном. Фокусом моделі було вивчення динаміки децентралізованих заворушень серед населення². Модель призначалася для аналізу в цілому процесів розгортання масових заворушень. У рамках моделі програмувалися два типи агентів: «звичайні люди» і «поліцейські».

«Звичайні люди» характеризувалися чотирма показниками: 1) рівень важкості ситуації (hardship), 2) легітимність режиму (legitimacy), 3) рівень уникнення ризиків (risk aversion), 4) співвідношення кількості поліцейських-бунтівників у полі зору агента (cops-to-rebellious agents). Виходячи з показників (1) і (2) розраховувався інтегральний параметр незадоволеності (grievance). Виходячи з показників (3) і (4) розраховувався інтегральний параметр «чистої» схильності до ризикованої поведінки (net risk). Якщо в певний момент часу різниця між незадоволеністю і «чистою» схильністю до ризикованої поведінки перевищувала певний поріг, то ця «звичайна людина» ставала бунтівником. «Поліцейські» характеризуються рівнем видимості (cop vision), тобто тим, на яку відстань вони бачать своє середовище і можуть ідентифікувати бунтівників. У кожний період «поліцейські» пе-

¹ Хоча «класично» ця модель вважається прикладом клітинних автоматів, але фактично вона розглядається також як одна з перших результативних спроб агентного моделювання.

² Важливо зауважити, що не передбачалося, щоб розроблені моделі пояснювали якісь конкретні історичні приклади масових заворушень.

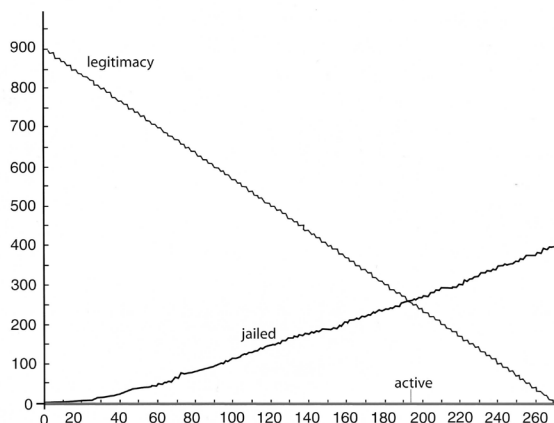


Рис. 2. Модель спонтанного громадянського насильства Дж. Епштейна, сценарій поступової делегітимізації влади

ревіряють своє середовище згідно зі своїм рівнем видимості і арештовують випадковим чином обраного бунтівника. Заарештований бунтівник на певний період потрапляє до в'язниці.

Модель використано для аналізу низки різних сценаріїв. Для ілюстрації ми розглянемо тільки один сюжет: як поступове сильне чи різке незначне зниження легітимності влади в очах населення може позначитися на зростанні кількості бунтівників. На рис. 2 наведено динаміку на випадок ситуації, коли влада поступово втрачає свою легітимність. Як можна бачити, кількість бунтівників лишається на стабільно низькому рівні, навіть за умови критично низького падіння рівня легітимності. Натомість, як можна бачити на рис. 3, різке незначне зниження легітимності (тобто не до критичного низького рівня, а просто дещо стрибкоподібне зниження) одразу позначається на різкому нарощенні кількості активних бунтівників. Фактично ці результати демонструють, що режим навіть за умови неухильного зниження легітимності може втримувати населення від активних виступів, адже поступово поліція буде заарештовувати бунтівників і запобігатиме розростанню конфлікту. Натомість, різка делегітимізація режиму, навіть на незначному рівні, призводить до різкого зростання кількості незадоволених людей. Найявної кількості поліцейських виявляється недостатньо для швидкого «гасіння пожежі», яка розростається до великих масштабів. Дж. Епштейн доходить висновку, що з погляду тактики революційної боротьби перспективніше займатися не поступово делегітимізацією режиму (наприклад, показуючи окремі випадки корупції, несправедливості і т. д.), а згуртувати сили для одного «удару». Ці результати можна накласти, зокрема, на події, які відбулися в Києві протягом зими 2013–2014 років. Протягом 2010–2013 років

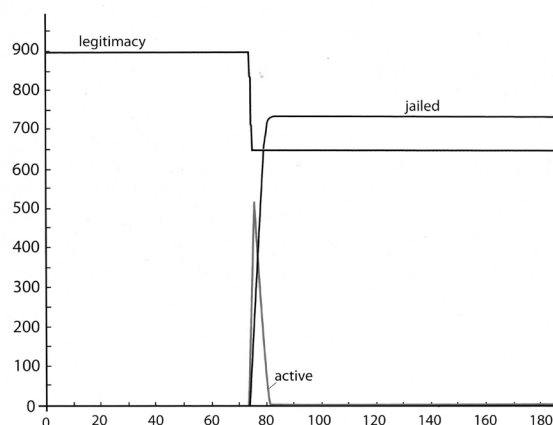


Рис. 3. Модель спонтанного громадянського насильства Дж. Епштейна, сценарій різкої незначної делегітимізації влади

відбувалася поступова делегітимізація влади В. Януковича, але цей поступовий процес призводив лише до певних локальних виступів. Водночас силовий розгін мітингу в ніч проти 30 листопада призвів до різкої делегітимізації влади, що викликало різке обурення і активізувало велику кількість людей (бунтівників), з якою наявна кількість правоохоронців впоратися не могла [11].

Третій приклад присвячено відтворенню динаміки створення і зникнення держав у Давньому світі на території Євразії і Африки від 1500 року до н. е. по 1500 рік н. е. Дослідники насамперед виходили з припущення, що соціальні інституції, які забезпечують функціонування суспільства, розвивалися внаслідок змагання між суспільствами, в першу чергу – внаслідок воєн. Центральним був аналіз такого причинного ланцюжка: поширення військових технологій → інтенсифікація воєн → еволюція ультрасоціальних норм → розвиток великих держав. Для тестування своїх гіпотез була запрограмована агентна модель, яка являла собою карту Африки і Євразії, чию територію поділено на маленькі клітини (за аналогією до клітин на шаховій дошці). Кожна клітина мала свою географію (пустелі, степ, гори, річки і т. д.), яка впливала на можливість ведення сільського господарства і на інші важливі історичні аспекти (наприклад, у гірській місцевості легше обороняти територію). При розробці такого середовища використовувалася реальна історична інформація. Кожна клітина населена місцевою спільнотою. Кожна спільнота характеризувалася наявністю / відсутністю ультрасоціальних норм (ultrasocial traits), які представляли рівень розвитку соціальних інституцій, і рівнем військових технологій (military traits). Спільноти могли як набувати певних ультрасоціальних норм чи військових

технологій, так і втрачати їх. Усі спільноти взаємодіяли зі своїми сусідами. До основних процесів взаємодії, які моделювалися, належали ведення війни (warfare), дифузія військових технологій (diffusion of military technologies), соціокультурна еволюція (sociocultural evolution), дезінтеграція держав (polity disintegration). Результати розповсюдження великих держав у моделі порівнювалися з реальною історичною динамікою створення і зникнення держав Давнього світу. В результаті, розроблена модель пояснювала 65 % дисперсії даних, які описували динаміку поширення великих держав територією Африки і Євразії в період від 1500 року до н. е. по 1500 рік н. е. Отримані результати дозволили дослідникам підтвердити їхні гіпотези про позитивну роль військових дій, які стимулювали розвиток суспільних інституцій і зміцнення та розвиток великих держав. Відповідно, у цьому випадку створення агентної моделі дозволило *пояснити* деякі аспекти динаміки розвитку суспільств і оцінити важливість окремих суспільних явищ на зразок ведення воєн [16].

Висновки: перспективи застосування агентного моделювання

Наведені вище три приклади, навіть будучи лише спрощеними варіантами складної реальності, показують, що агентні моделі дозволяють *зрозуміти* і *пояснити* динаміку соціальних процесів різних рівнів: як може виникати сегрегація, якою може бути динаміка громадянських конфліктів і заворушень, які фактори є важливими для розвитку суспільства у макросоціальній перспективі. Така інформація може підтверджувати або спростовувати припущення науковців, також може бути використана для прогнозування тенденцій розгортання процесів. Однозначною перевагою агентного моделювання є можливість одночасного інкорпорування факторів різного рівня – від взаємодії на мікрорівні до впливу глобальних процесів. Разом з цим агентне моделювання дозволяє зосереджуватися не на одній суспільній сфері, а моделювати суспільні процеси всесторонньо, із залученням різних сфер (наприклад, демографії, економіки, екології і т. д.), реально реалізуючи зростаючу тенденцію у науці до міждисциплінарності [9, с. 2]. У результаті, дослідник може реалістичніше відтворювати аспекти потрібного соціального процесу або явища і проводити правдоподібніші та обґрунтованіші експерименти, перевіряючи свої гіпотези.

Утім, як можна було зрозуміти, застосування агентних моделей *не* призначене для форму-

лювання *конкретного прогнозу*. Наприклад, у випадку моделі сегрегації ми можемо прогнозувати подальшу сегрегацію населення у разі наявності ксенофобських настроїв, але *не* можемо прогнозувати конкретну міру реалізації цього процесу в певний період (наприклад, яким буде рівень сегрегації в момент часу t). У контексті розгляду зазначеної проблеми ми, фактично, зіштовхуємося з ключовим моментом, що визначає ставлення соціальних дослідників до методів моделювання – що, власне, має бути нашим «передбаченням» (prediction)? Інтуїтивно, здається, що ми повинні отримати конкретний прогноз на певний часовий проміжок. Наприклад, чисельність населення України в 2050 році чи рівень проникнення Інтернету на 2020. Проте конкретний прогноз – не єдине передбачення, яке можуть давати деякі методи моделювання соціальних процесів. Зокрема К. Тройч пропонує такий поділ передбачень на два великі класи:

1) ті, що дають реалістичний прогноз на конкретний період;

2) ті, що дозволяють якісно зрозуміти (*пояснити*) фундаментальні процеси і прогнозувати тенденції, але не дуже добре спрацьовують, якщо нам потрібно знати точний стан об'єкта в конкретний часовий проміжок [15]. Як відзначає Р. Аксельрод «... агентне моделювання... не обов'язково надає точне представлення конкретного емпіричного прикладу. Натомість, мета агентного моделювання полягає у збагаченні нашого розуміння фундаментальних процесів» [7, с. 6]. Тобто, у підсумку ми не зможемо говорити, *коли* і *скільки* людей будуть, наприклад, проживати у сегрегованих середовищах, але ми зможемо *зрозуміти*, як ті або інші фактори можуть вплинути (або не вплинути) на динаміку ситуації (які взагалі сценарії можливі). Агентні моделі дозволяють *зрозуміти* і *пояснити* соціальні процеси, і тому будуть корисним інструментом не тільки в «арсеналі» науковця, а й людей, відповідальних за ухвалення управлінських рішень.

Також «ідеологія» агентного моделювання дуже добре відповідає «евристичному моделюванню», запропонованому ще М. Амосовим і яке активно пропагується зараз [5]. Доступні і прості для освоєння навіть для людей з лише базовими навичками роботи з комп'ютером програми створення агентних моделей розширюють потенціал соціологів розробляти і тестувати на моделях наявні теорії, визначати важливі (чутливі) і неважливі фактори, поглиблювати наше розуміння суспільних процесів.

Список літератури

1. Амосов Н. М. Моделирование сложных систем / Н. М. Амосов. – Киев : Наукова думка, 1968. – 87 с.
2. Галенко Д. Н. Некоторые эксперименты с моделью «Социон» / Д. Н. Галенко, Ю. И. Яковенко // Кибернетика и вычислительная техника. – 1973. – Вып. 21. – С. 54–59.
3. Омелянчик Д. Агентно-орієнтоване моделювання економіки: особливості, види, проблеми / Д. Омелянчик // Теорія оптимальних рішень : зб. наук. пр. – К., 2013. – Вып. 2013. – С. 9–17.
4. Опыт моделирования социальных процессов (вопросы методологии и методики построения моделей) : [коллект. моногр.] / [В. Паниотто, Л. Закревская, А. Черноволенко, Л. Финкель и др.]. – Киев : Наукова думка, 1989. – 518 с.
5. Паниотто В. Амосов і моделювання соціальних процесів / В. Паниотто // Соціологія: теорія, методи, маркетинг. – 2014. – № 1. – С. 199–205.
6. Форрестер Дж. Мировая динамика / Дж. Форрестер ; [пер. с англ. А. Ворошука и С. Игова ; под ред. Д. Гвишиани и Н. Моисеева]. – Москва : ООО Издательство АСТ, 2003. – 384 с.
7. Axelrod R. Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences [Electronic resource] / R. Axelrod. – 2005. – P. 1–15. – Mode of access: <http://www-personal.umich.edu/~axe/research/AdvancingArtofSim.pdf> (accessed 01.10.2010). – Title from the screen.
8. Gilbert N. Simulation for Social Scientists / N. Gilbert, K. G. Troitzsch. – N.Y. : Open University Press, 2005. – 312 p.
9. Epstein J. M. Growing Artificial Societies: Social Science From the Bottom Up (Complex Adaptive Systems) / J. M. Epstein, R. L. Axtell. – The MIT Press, 1996. – 224 p.
10. Epstein J. M. Agent-Based Computational Models and Generative Social Science / J. M. Epstein // Epstein J. M. Generative Social Science. – New-Jersey : Princeton University Press, 2006. – P. 4–46.
11. Epstein J. M. Modeling Civil Violence: An Agent-Based Computational Approach // Epstein J. M. Generative Social Science. – New-Jersey : Princeton University Press, 2006. – P. 4–46.
12. Macal C. M. Tutorial on Agent-Based Modeling and Simulation / C. M. Macal, J. M. North // J. of Simulation. – 2010. – Vol. 4. – P. 247–270.
13. Macy M. W. From Factors to Actors: Computational Sociology and Agent-Based Modeling / M. W. Macy, R. Willer // Annual Review of Sociology. – 2002. – Vol. 28. – P. 143–166.
14. Schelling T. C. Dynamic Models of Segregation / T. C. Schelling // Journal of Mathematical Sociology. – 1971. – Vol. 1. – P. 143–186.
15. Troitzsch K. G. Not All Explanations Predict Satisfactorily, and Not All Good Predictions Explain [Electronic resource] / K. G. Troitzsch // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2009. – Vol. 12, No. 1. – Mode of access: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/12/1/10.html> (accessed 30.09.2010). – Title from the screen.
16. Turchina P. War, Space, and the Evolution of Old World Complex Societies [Electronic resource] / P. Turchina, T. E. Currieb, A. L. E. Turnerc, S. Gavrillets // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2013. – Mode of access: <http://www.pnas.org/content/early/2013/09/20/1308825110> (accessed 24.09.2013). – Title from the screen.

A. Grushetskyi

AGENT-BASED MODELING: MAIN IDEAS AND PERSPECTIVES

Agent-based modeling is a modern method of studying social processes, which allows us to analyze the relationship between the behavior of agents at the microlevel and its effects on the macrolevel. In this article, main ideas, principles of model development are analyzed, and examples of agent-based models developed to study some social processes are provided. We conclude that agent-based modeling is a promising technique that enables deeper understanding and explaining social processes.

Keywords: agent-based modeling, agent, environment, rule.

Матеріал надійшов 22.04.2014