

E. Simonchuk

PERCEPTION OF CLASS CONFLICT: EXPERIENCE OF AN EMPIRICAL STUDY

The aim of the study is to compare the level of perceptions of class conflict in post-socialist and developed Western societies. The data of different waves of the project to study social inequalities, implemented within the International Social Survey Program (ISSP), form the empirical base of this study. The results show, firstly, that the perception of different types of conflict in Ukraine, post-socialist and Western countries are quite similar (ranging between strong and not very strong). Secondly, in the 1990s in the West there was a trend towards the weakening of the perception of the conflicts and in the 2000s the level stayed the same; at the post-Socialist space worsening assessment of conflicts in the post-reform period changed to the trend of the perception of social consensus. Thirdly, in all of the compared countries class positions influence the perception of conflict in society only to a small extent.

Keywords: types of class conflict, perceptions of class conflict, class position.

Матеріал надійшов 17.06.2013

УДК 316.4: [303.09:811.161.2'27]

Грушецький А. М.

ОГЛЯД МОЖЛИВИХ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ МОВНОЇ СИТУАЦІЇ

Розробка моделей динаміки мовної ситуації є важливим інструментом для аналізу і прогнозування можливих тенденцій її змін, а також для оцінки і розробки програм реалізації державної мовної політики в Україні. У цій статті розглядаються чотири можливі методи моделювання і прогнозування мовної динаміки: моделювання на основі диференціальних рівнянь, мікроаналітичне моделювання, клітинні автомати та агентне моделювання. Визначаються їхня основна ідея, сильні і слабкі сторони з точки зору моделювання саме мовної динаміки, наводяться приклади реального застосування методів для створення моделей мовної динаміки. Ми доходимо висновку, що відносно найбільш перспективним для пояснення механізму взаємодії мов є застосування агентного моделювання.

Ключові слова: мовна динаміка, диференціальні рівняння, мікроаналітичне моделювання, клітинні автомати, агентне моделювання.

Мовна ситуація в Україні є доволі складною і суттєво відмінною порівняно з багатьма іншими суспільствами. А державна мовна політика, покликана гармонізувати ситуацію і пом'якшити конфліктні аспекти, є значною мірою предметом політичних спекуляцій і засобом маніпуляції, аніж предметом наукового аналізу і раціональних дискусій. Одним з найкорисніших інструментів наукового аналізу наявного стану і наукової експертизи пропонування засад державної політики (не тільки у сфері мови) є створення

реалістичних моделей об'єкта і прогнозування можливих змін залежно від варіювання окремих параметрів досліджуваного об'єкта (аналіз можливих «сценаріїв» розгортання/розвитку моделі об'єкта разом з порівнянням з нормативними очікуваннями авторів тієї чи іншої програми).

На жаль, попри початковий паритет (або навіть, можливо, випередження) порівняно з ситуацією у розвинутих країнах світу у царині розвитку методів моделювання соціальних процесів, у 1990-х роках поступ напруму в Україні

різко сповільнився. У той же час на Заході Європи і в Північній Америці на цей період припадає різке прискорення у розвитку моделювання з огляду на різкий стрибок у розвитку комп'ютерних технологій. В Україні лише від початку 2000-х років простежується деяке відродження інтересу до моделювання соціальних процесів, але використання цього інструменту для аналізу і прогнозування змін у суспільстві поки що вкрай обмежене¹.

У статті наводиться огляд можливих методів, які застосовуються науковцями для моделювання і прогнозування мовної ситуації. Одразу зазначимо, що ми, ілюструючи окремі методи, навмисно *опускаємо більшість* змістовних результатів їхнього моделювання і лише як *приклад можливостей* підходу наводимо окремі висновки дослідників. Метою статті є, передовсім, розглянути *методичну* складову різних підходів до моделювання, виявити їхні сильні і слабкі сторони, оцінити «в цілому» їхній потенціал у такій сфері, як моделювання мовної динаміки, тому акцент робиться саме на цій частині.

Н. Гілберт і К. Тройтч виокремлюють *два* великі класи методів моделювання: 1) ті, що спираються на використання рівнянь (equation-based modeling) (умовно їх можна назвати *макро*моделями), 2) ті, де за основу беруть поведінку окремих об'єктів або агентів (*мікро*моделі) [9, с. 7]. Іншим важливим критерієм класифікації методів є те, *які* передбачення (prediction) пропонує сконструйована модель. К. Тройтч пропонує розмежовувати передбачення як *прогноз* конкретного стану та передбачення як *пояснення* розвитку досліджуваного об'єкта. У першому випадку у фокусі реалістичний прогноз станом на конкретний період. У другому – якісне розуміння фундаментальних процесів, яке уможливує прогноз тенденцій, але не особливо добре спрацьовує, якщо нам потрібно знати стан об'єкта в конкретний момент часу. Наприклад, у сфері прогнозування мовної ситуації у першому випадку нас цікавило б, зокрема, *скільки* людей послуговуватимуться російською й українською мовами *в конкретний часовий період*. У другому випадку ми дізнаємося про *напрямок* динаміки – збереження поточної рівноваги, посилення (і наскільки) позицій однієї з мов, посилення позицій у визначених регіонах з відповідним поглибленням міжрегіональних розбіжностей тощо. К. Тройтч висуває важливу тезу: «не всі пояснення задовільно передбачають, і не всі добрі передбачення пояснюють» [18]. Інакше

кажучи, одні моделі можуть краще працювати для формулювання конкретних прогнозів, а інші – для розуміння механізмів динаміки².

Одними з найбільш популярних методів, які використовуються для моделювання мовної динаміки суспільств, є: (1) моделювання на основі диференціальних рівнянь; (2) мікроаналітичне моделювання; (3) клітинні автомати; (4) агентне моделювання. Далі ми стисло розглянемо і проілюструємо кожний з методів наявним досвідом застосування до сфери мовної динаміки.

Моделювання на основі диференціальних рівнянь

У другій половині ХХ століття поширення набули (особливо завдяки діяльності Римського клубу) моделі системної динаміки (system dynamics). Досліджувані системи в межах цього підходу «описуються системою рівнянь, які виводять майбутній стан цільової системи, виходячи з її вихідних характеристик» [9, с. 28]. Ці методи послуговуються досягненнями математики в царині диференціальних рівнянь. Системна динаміка обмежується *макро*рівнем і моделює частину реальності як недиференційовану цілісність, яка має свої характеристики, що позначають її стан у певний момент часу. Найбільш відомими прикладами такого підходу є так звані *світові моделі*, які моделюють динаміку розвитку світу як єдиної системи [9, с. 45–50].

Однією з найперших моделей мовної динаміки на основі диференціальних рівнянь була модель Абрамса–Строгатца. Д. Абрамс і М. Строгатц пропонують розглянути ідеалізовану абстрактну модель, в межах якої дві мови – Х та У – змагаються за виживання в конкретному суспільстві. Згідно з цією моделлю кожна людина може розмовляти або лише мовою Х, або лише мовою У. Те, якою мовою людина спілкується, залежить від її привабливості (attractiveness). На привабливість мови впливає а) *кількість* людей, які спілкуються мовою, та б) оцінюваний *статус* мови (параметр, який відбиває соціальні та економічні можливості, пов'язані з вживанням мови). Припускається, що людина змінює, наприклад, мову У на мову Х з імовірністю (за певний проміжок часу) $P_{yx}(x, s)$, де x – це частка населення, яка розмовляє мовою Х, а s – параметр статусу мови Х, який змінюється від 0 до 1 (від-

¹ Думка була висловлена професором В. Паніотто на Міжнародних читаннях пам'яті Н. Паніної у грудні 2012 р. і на Днях науки в НаУКМА в січні 2013 р.

² Методи моделювання, які допомагають зрозуміти механізми динаміки і водночас дають можливість формулювати конкретні прогнози, є теоретично можливими. Утім існуючі методи моделювання радше все-таки мають ухил до одного або іншого типу передбачень.

повідно, сума статусів обох мов дорівнює одиниці). Виходячи з таких припущень, запропонована модель виглядає таким чином:

$$dx/dt = y * P_{yx}(x, s) - x * P_{xy}(x, s).$$

У цій моделі y становить частку людей, які спілкуються мовою Y . Ця частка дорівнює $1-x$. Вважаючи, що ймовірність зміни мови (transition probability) є симетричною, ймовірність зміни мови X на мову Y складатиме $P_{yx}(1-x, 1-s)$. Компонент рівняння $y * P_{yx}(x, s)$ показує, скільки людей, які спілкувалися мовою Y , за певний період стануть спілкуватися мовою X . А компонент рівняння $x * P_{xy}(x, s)$ показує, скільки, навпаки, людей, які розмовляли мовою X , стануть спілкуватися мовою Y . Таким чином, різниця цих двох компонентів показує, *наскільки* зміниться кількість людей, які розмовляють мовою X , за певний період.

Для того, щоб апробувати модель, науковці зібрали емпіричні дані щодо деяких мов, які перебувають під загрозою зникнення. Розв'язок моделі (model's solution) був узгоджений (fit) з отриманими реальними даними. Функції зміни мови формулювалися таким чином:

$$P_{yx}(x, s) = c * x^a * s$$

$$P_{xy}(1-x, 1-s) = c * (1-x)^a * (1-s).$$

У виразі експонента a вказує на те, як «привабливість (мови – $A. G.$) нарощується (scales) зі зростанням кількості мовців» [13, с. 2], тобто зі зростанням кількості мовців привабливість зростає *експоненційно*. Коефіцієнт c введений для можливого врахування інших факторів (наприклад, схильність людей, які розмовляють мовою X , вивчати і знати мову Y), які коригують імовірність зміни однієї мови на іншу. Добуток усіх компонентів і визначає ймовірність зміни мови. Тобто чим більше, наприклад, людей, які розмовляють мовою X , чим престижніша ця мова і сприятливіші інші фактори (враховані у коефіцієнті c), тим вища ймовірність, що людина, яка розмовляла мовою Y , стане розмовляти мовою X . Науковці отримали *неочікуваний* (для них) результат – для *всіх* досліджуваних випадків експонента a набувала відносно сталих значень – $1,31 \pm 0,25$ (середнє значення \pm стандартне відхилення) [2]. Тобто в різних суспільствах, які представляють різні культури, зі зростанням кількості мовців *привабливість* мови зростала в приблизно *однаковій* мірі. Отримана модель у цілому дозволяє оцінити *спрямованість і швидкість динаміки «смерті» мови* (адже, екстраполюючи результати, ми можемо оцінити,

наприклад, приблизний період, коли останні люди перестануть розмовляти певною мовою).

Утім модель Абрамса–Строгатца є надміру спрощеним відображенням реальності, адже низка важливих факторів не береться до уваги³. Однією з очевидних вад розглянутої моделі є неврахування ситуації існування *білінгвізму*. Серед інших недоліків одними з найсуттєвіших є неврахування *просторової* та *соціальної* структури розселення та взаємодії людей. Фактично, якщо аналізувати модель Абрамса–Строгатца, то ми припускаємо, що всі люди мають між собою *повністю об'єднану мережу* (fully-connected network)⁴. Тобто всі люди знають і спілкуються з іншими людьми суспільства, і на людину мають *однаковий* вплив усі інші люди суспільства. Утім очевидно, що люди мають різний склад мовного середовища. Вони спілкуються з далеко *не* всіма іншими членами свого суспільства, і різні люди можуть мати *різний* вплив на мовну поведінку індивіда. Тому припущення про існування повністю об'єднаної мережі не відповідає дійсності. Також цілком можливою є мовна просторова «сегрегація», тобто люди, які спілкуються однією мовою, в основному проживають в одній географічній частині суспільства, а ті, які розмовляють другою, – в іншій (наприклад, як у випадку України чи Бельгії). Д. Абрамс і М. Строгатц у своїй праці самі відзначають, що хоча їхня модель і прогнозує в майже *будь-якому випадку* зникнення однієї з мов⁵, але історія показує можливість співіснування мов, що є наслідком «проживання (різних мовних груп – $A. G.$) без значимих інтеракцій, по суті у відокремлених монологічних суспільствах» [2]. Тобто фактор *просторового* розселення мовців може чинити серйозний вплив на мовну динаміку, але він жодним чином не враховується у запропонованій моделі. Не береться до уваги і можливість диглосії (diglossia) – застосування різних мов у різних сферах життя – так, наприклад, одна мова може відводитися для сімейного спілкування (приватна сфера), натомість інша – для офіційного спілкування (публічна сфера), що вказуватиме на дещо інакшу ситуацію і, очевидно, відмінну динаміку. Також

³ У принципі, можна припустити, що всі інші фактори враховані (або їх можна врахувати) в коефіцієнті c . Утім ми все одно не можемо диференціювати вплив різних факторів, а просто зводимо їх до однієї купи, а це фактично майже унеможливило аналіз їх ролі у процесі мовної динаміки.

⁴ Твердження є справедливим, адже, якщо ми припускаємо, що кількість усіх мовців у суспільстві чинить рівний вплив на вибір мови обраної людини (в моделі жодним чином не враховується можливість різної ваги впливів різних людей), це означає, що людина зв'язана рівною мірою з усіма іншими членами суспільства.

⁵ Виняток становить тільки малоімовірна ситуація, коли обидві мови X і Y мають однакову кількість мовців ($x=y$) та рівний статус ($s_1=s_2=0,5$).

можлива і «вертикальна» сегрегація, за якої різні прошарки населення вживають різні мови. Також у моделі не враховується вплив (або його принаймні неможливо прямо простежити) *зовнішніх* факторів: мови засобів масової інформації, освіти тощо. Наведені вище фактори можуть впливати на динаміку, а отже, їх необхідно враховувати при розробці реалістичних моделей.

Такі міркування привели різних дослідників до необхідності модифікувати модель Абрамса–Строгатца. Так, наприклад, дослідники Дж. Міра і А. Паредес запропонували вдосконалення моделі шляхом інкорпорації параметрів, які стосуються білінгвів і схожості мов [14]. М. Патріарка і Т. Леппанен наводять приклад інкорпорації параметру просторового розселення мовців [15]. А. Кендлер, Р. Унгер і Дж. Стіл інкорпорує параметр просторового розселення людей і разом з ним також додають і категорію білінгвів, а також включають деякі інші важливі параметри, як-от біологічне та культурне відтворення в межах окремих субкатегорій [11].

У цілому, всі моделі, з одного боку, намагаються пропонувати аналіз впливу одних важливих факторів, але при цьому змушені відмовлятися від включення до моделі інших чинників⁶. Тобто все одно низка аспектів залишається *poza* увагою багатьох моделей. Це призвело до того, що розглянуті *макроскопічні* моделі (де мова сприймається як *один* об'єкт з певною кількістю мовців) були трансформовані у *мікроскопічні* моделі (де аналізується мовна поведінка та інтеракції кожної людини окремо [13, с. 2]). Люди тісно спілкуються лише з обмеженим колом інших людей – своєю соціальною мережею, яка до того ж значною мірою є географічно локалізованою. Тому ми можемо справедливо припускати, що значною мірою вплив на мовну поведінку індивідів здійснюється саме в таких локалізованих мережних структурах⁷. Локалізована мережна структура накладається і на інші місцеві фактори, які можуть вплинути на мовну поведінку індивідів. Скажімо, доступність закладів освіти, де предмети викладаються мовою, якою спілкується місцеве населення. Таким чином, кожний індивід на своєму *локальному* рівні є вплетеним у мережу факторів, які різною мірою впливають на його мовну поведінку. Моделі, які спираються на застосування диференційних рівнянь, *принципово* не спроможні врахувати всі чинники (або хоча б

більшість). Тобто основна вада такого підходу, як застосування диференційних рівнянь полягає в тому, що їхній «інструментарій» надзвичайно обмежує можливість інкорпування в модель важливих елементів, пов'язаних із мовною динамікою⁸. Таким чином, моделювання за допомогою диференційних рівнянь не дозволяє конструювати реалістичні моделі мовної динаміки. Далі ми стисло розглянемо три методи умовно «мікроскопічного» моделювання – мікроаналітичне моделювання, клітинні автомати та агентне моделювання.

Мікроаналітичне моделювання

Відповідно до припущень цього методу (microanalytical simulation), стан кожної одиниці моделі (наприклад, людини або домогосподарства) моделюється *окремо*, інакше кажучи – кожна одиниця отримує *свій* набір характеристик (наприклад, стать, вік, освіта, сімейний стан, статус зайнятості тощо). Для цього використовуються масиви репрезентативних опитувань населення. Причому береться не просто розподіл значень певної характеристики (наприклад, освітня структура), а сам масив даних стає *основою* моделі. З часом, як і в реальному житті, характеристики одиниць моделі «оновлюються» – наприклад, одиниця здобуває освіту, одружується, старіє тощо. Для цього в мікроаналітичному моделюванні передбачено використання *ймовірностей переходу* (transition probabilities). Відповідно, взятий за основу масив даних (репрезентативний на момент проведення опитування) на кожному кроці змінюється, і ми можемо відстежувати потрібні нам зміни. Дослідники мають можливість інкорпорувати в модель найбільш релевантні процеси, які впливають на досліджувану популяцію. Далі, «запустивши» модель, можливо дізнатися, якою буде ситуація через *n* кроків (днів, тижнів, місяців, років – залежно від обраного дослідниками періоду). Оскільки в цій моделі наявні *репрезентативні* дані *індивідуального* рівня, то це створює можливість для аналізу стану моделі в певний період і для аналізу динаміки, якої зазнає досліджувана популяція.

Як приклад можна розглянути мікроаналітичну модель, розроблену канадськими дослідниками П. Саборін і А. Беланджер. Автори моделювали окремо франкомовну провінцію Квебек і окремо інші частини Канади «разом» для складання

⁶ Опис деяких інших моделей, не розглянутих нами, можна знайти в огляді, запропонованому А. Кендлер [12, с. 182–193].

⁷ У випадку побудови моделей мовної динаміки вчені обґрунтовують це припущення наявними даними з соціальної психології (див., наприклад, [4]).

⁸ Натомість окремі мікроскопічні моделі (такі як клітинні автомати та агентне моделювання – див. далі) саме і спираються на моделювання окремого індивіда і його унікальної локальної ситуації, зокрема і різної конфігурації соціальних мереж, що уможлиблює врахування впливу низки різних факторів.

конкретних прогнозів розвитку мовної ситуації до 2050 р. з урахуванням інтенсивних процесів імміграції. Вихідні дані для моделі (кількість населення, природний рух, мовний склад та ін.) бралися в офіційному статистичному відомстві Канади та з інших надійних джерел. Для всіх одиниць моделі були розраховані відповідні ймовірності зміни стану, зокрема, ймовірності зміни мови в міжпоколінньому розрізі (використання інакшої мови дітьми) і у внутрішньопоколінньому розрізі (зміна мови протягом життя людини). Тобто на кожному кроці моделі для кожної одиниці розраховувалася ймовірність настання певної події (наприклад, смерть людини або зміна мови на іншу) і, відповідно, оновлювався стан цієї одиниці (або, наприклад, лишався тим же, якщо жодних змін не було). Також було підготовлено 6 сценаріїв для оцінки впливу можливих варіантів політики у царині імміграції на демолінгвістичну структуру суспільства. Отримані результати моделювання дозволили оцінити можливі варіанти розвитку ситуації до 2050 р. Наприклад, за умов більшості сценаріїв, як прогнозує модель, позиції англійської мови в «решті» частин Канади (окрім Квебеку) не тільки не похитнуться, а й зміцняться – використання англійської мови зросте з 97,5 % до 98 % (відповідно, зменшується і без того нечисленна франкомовна група). Лише у випадку сценарію, який передбачає п'ятиразове збільшення серед іммігрантів до «решти» частин Канади франкомовної частки, до 2050 р. прогнозується зменшення використання англійської мови до 96 % (і відповідно зростання використання французької мови) [16].

Оскільки мікроаналітичні моделі спираються на реальні репрезентативні дані, вони можуть запропонувати (у випадку коректних імовірностей переходу) конкретний *прогноз* – наприклад, реальне співвідношення україномовного і російськомовного населення через n років. Причому мікроаналітичні моделі дозволяють аналізувати можливий вплив таких факторів, як, наприклад, політика держави у сфері освіти, медіа тощо. Отже, можна побудувати моделі для дітей і «направити» дітей до шкіл з різним мовним режимом. Можна, наприклад, розглянути сценарій суцільної українізації системи освіти і проаналізувати відповідну можливість мовну динаміку. Інакше кажучи, нашим «вихідним» респондентам з репрезентативного масиву ми можемо приписати умовно «штучні» характеристики, які відповідають нашому «сценарію». Відповідно, залежно від певної приписаної характеристики будуть і певні ймовірності переходу, які після запуску моделі покажуть нам у момент t результати обраного «сценарію».

Утім у мікроаналітичних моделях *не передбачається* взаємодія одиниць і не береться до уваги їхня мотивація та наміри [9, с. 8]. Тобто фактично кожен респондент з масиву (одиниця моделі) отримує свою *індивідуальну* ймовірність зміни якогось стану і фактично *окремо* від інших одиниць на кожному кроці змінює свій стан. Тому хоч мікроаналітичне моделювання і пропонує конкретні прогнози, але воно, *по-перше*, не дає зрозуміти динаміку важливих для дослідника процесів і, *по-друге*, випускає деякі *особливо* важливі для прогнозування мовної динаміки фактори, як, наприклад, вплив інших людей, з якими спілкується індивід (*вплив соціальної мережі*). Тобто такі моделі – попри деякі важливі переваги (наприклад, можливість інкорпорації ендогенних факторів) – не будуть повними з точки зору можливості врахування основних чинників, пов'язаних з мовною динамікою.

Клітинні автомати

У найпростішому розумінні метод клітинних автоматів (cellular automaton) – це розміщення у певному просторі (наприклад, на шаховій дошці) одиниць моделі (наприклад, людей), чий стан залежить від стану оточення одиниці (тобто від інших *сусідніх* одиниць) у цьому просторі. Р. Хегсельман і А. Флаче наводять такі основні *характеристики* клітинних автоматів:

- 1) клітини впорядковані у нормальній (regular) N -вимірній сітці⁹;
- 2) кожна клітина набуває певного стану з *обмеженого* набору. У випадку мовної динаміки клітина може бути, наприклад, російськомовною або україномовною;
- 3) час *дискретний*. Тобто модель передбачає покрокову динаміку, де один крок означає «завершення» умовного періоду (дня, тижня, місяця, року тощо);
- 4) клітини змінюють свій стан згідно з *локальними правилами переходу* (local transition rules). Ідеться про те, що стан клітини в наступний період $t+1$ визначається *локальною* для цієї клітини ситуацією в період t ;
- 5) одні й ті самі *локальні правила переходу* застосовуються для всіх клітин¹⁰;
- 6) стан усіх клітин змінюється (одночасно чи синхронно) [10].

⁹ Нормальна (regular) сітка – звичайна сітка, де кожен елемент має однакову конфігурацію і кількість «сусідів».

¹⁰ Цей пункт може вважатися недоліком, адже навряд чи припущення, що всі одиниці керуються ідентичними правилами переходу, відповідає реальності. Тобто за своїх, унікальних обставин одиниці можуть мати відмінні правила.

Особливо важливо наголосити на «локальних правилах». На відміну від макроскопічних моделей та від мікроаналітичного моделювання, клітинні автомати спираються на локальні взаємодії. Так, Н. Гілберт і К. Тройтч зазначають: «Фокусом (клітинних автоматів. – А. Г.) є виникнення (emergence) властивостей (properties) (системи. – А. Г.) з локальних інтеракцій» [9, с. 130]. Залежно від сформульованих локальних правил і вихідної конфігурації сітки клітинні автомати еволюціонують до конфігурації іншого вигляду.

Важливою характеристикою методу є наявність дискретного простору. Тобто клітини у певному порядку об'єднані між собою на одній сітці. Вище ми вже розглядали метод, заснований на диференційних рівняннях, а також мікроаналітичне моделювання, в яких – і це було одним з найважливіших недоліків – фактично не враховувалася просторова і соціальна структура досліджуваного об'єкта. Як ми можемо бачити, клітинні автомати привносять простір і можливість урахування структури досліджуваної популяції. Фактично, якщо сприймати кожну клітину як індивіда, а сітку як мережу індивідів, що взаємодіють між собою (причому не з усіма, а лише зі своїм середовищем), то ця картина буде, очевидно, більш наближеною до реальності, ніж, наприклад, високоабстрактні та малореалістичні моделі диференційних рівнянь, де всі люди об'єднані однією мережею. Відповідно, з точки зору моделювання мовної динаміки цей метод – порівняно з диференційними рівняннями і мікроаналітичним моделюванням – дозволяє враховувати такий визначальний фактор, як мовне оточення людини, враховувати вплив її соціальної мережі на її мовну поведінку.

У 2009 р. іспанські вчені (Ф. Белтран та ін.) спробували за допомогою методу клітинних автоматів побудувати мовну модель для Каталонії. Модель представляє двомовну спільноту, де одна мова є домінуючою (іспанська), а інша – підпорядкованою (каталонська). Кожна людина набуває одного з трьох можливих станів, який є шкалою вживання підпорядкованої мови. Стан «0» позначає індивідів, які спілкуються домінуючою мовою, стан «1» – білінгвів, які будуть навчати своїх дітей домінуючої мови¹¹, стан «2» – білінгви, які будуть навчати

своїх дітей підпорядкованої мови¹². Зрозуміло, що якщо йдеться про «дітей», то модель передбачає з часом зміну одних індивідів на інших. Утім ця модель не передбачає саме смерть і народження нових індивідів, а натомість клітина успадковує мовний статус з оновленням покоління. Статус клітини у момент часу $t+1$ залежить від суми значень станів оточення конкретної клітини (оточення індивіда є т. зв. сусідством Мура). Для кожної клітини розраховується сума станів, яка включає стан цієї клітини та стани інших клітин (нагадаємо, що код стану є фактично індексом вживання підпорядкованої мови – чим більше це значення, тим більш уживаною є ця мова конкретним індивідом). Отже, сума може варіювати від 0 (коли всі мають стан «0») до 18 (коли всі мають стан «2»). Далі необхідно сформулювати три порогові значення: 1) поріг, при якому людина зі стану «2» різко переходить у стан «0»; 2) якщо сума нижча за другий поріг, то клітина переходить у стан на одну одиницю нижче (наприклад, зі стану «2» до стану «1»), якщо сума вища, то клітина переходить у стан на одну одиницю вище (наприклад, зі стану «1» до стану «2»); 3) якщо сума перевищує третій поріг, то знов-таки відбувається перехід від стану з нижчим значенням до стану з вищим значенням. Для визначення вихідної поширеності різних станів були використані дані репрезентативних досліджень. Різні варіанти моделі були реалізовані в *Microsoft Excel*.

Провівши низку експериментів, дослідники дійшли кількох цікавих висновків щодо можливої мовної динаміки в Каталонії. Наприклад, для виживання мови більш важливою є частка тих, хто послуговується нею, а не частка тих, хто знає мову, – при низхідній тенденції вживання мова може стрімко вийти з ужитку, хоча все одно багато людей можуть знати її. Мовний зсув відбувається досить швидко (протягом 4 одиниць часу моделі) та узгоджується з т.зв. моделлю Гаєлік–Арванітіка, яка припускає «смерть» мови через два покоління, якщо мова перестає передаватися від батьків до дітей. Визначальним для виживання підпорядкованої мови є її престиж, ставлення до неї і межа комфортності в соціальному оточенні, де є користувачі домінуючої мови. Автори доходять й інших подібних висновків [4]. Як ми можемо

¹¹ Дослідники також виходять з припущень, що для виживання / вимирання мови важливо розуміти, якої мови навчають дітей у сім'ях.

¹² Відмітимо, що в моделі виключається можливість спілкуватися лише каталонською мовою, тобто ті, хто спілкується цією мовою, за визначенням є білінгвами, адже вони обов'язково повинні знати й іспанську мову. А от іспаномовні не обов'язково повинні знати каталонську мову, тому для них існує ситуація бути монолінгвами.

бачити, такий підхід дозволяє оцінювати напрям динаміки залежно від деяких факторів, робити прогнози розвитку ситуації. Утім, якщо у випадку мікроаналітичного моделювання можна було говорити про конкретні прогнози (наприклад, станом на 2050 рік), то у випадку клітинних автоматів мова йде про, радше, прогноз якісного розгортання динаміки у певній часовій перспективі, без конкретизації станів досліджуваної популяції у визначений період.

У цілому, клітинні автомати дозволяють за допомогою простих моделей (особливо порівняно з досить складними диференціальними рівняннями) аналізувати можливий вплив насамперед соціального оточення і прогнозувати тенденції зміни ситуації. Причому мова йде саме про тенденції змін, а не про, власне, конкретні прогнози. Попри очевидні переваги цього методу, існують певні недоліки. Насамперед, проблематичним лишається узагальнення результатів на, скажімо, все досліджуване суспільство. Оскільки модель сама і спирається на локальну ситуацію, побудова моделі, яка б реалістично відтворювала все суспільство (особливо таке географічно велике і розпорошене, як Україна), є надзвичайно малореалістичною справою. Також хоча в модель введена просторова організація індивідів і їхнього спілкування, але вона, очевидно, не може повністю врахувати сучасні складні системи спілкування. Також клітинні автомати (принаймні у своєму «класичному» вигляді) не дозволяють явно простежити вплив низки ендегенних факторів, як, наприклад, політика у сфері освіти. Тобто моделі клітинних автоматів не будуть адекватно відтворювати процеси мовної динаміки, адже хоча й враховують дуже важливий фактор, але фактично не беруть до уваги низки інших моментів.

Агентне моделювання

Агентне моделювання (agent-based modeling) є відносно сучасним методом, який почали активно розробляти у 1990-х роках після явного поступу у сфері комп'ютерних розробок зі штучного інтелекту [9, с. 7]. Попри те, що у своїй схемі еволюції основних методів моделювання соціальних процесів Н. Гілберт і К. Троїтч не розглядають клітинні автомати як попередник агентного моделювання, далі у своїй праці вони відзначають, що цей метод фактично є більш складною версією саме клітинних автоматів [9, с. 172]. Насправді, досить важко провести саме змістовну межу між цими двома методами

моделювання, адже питання дійсно полягає радше у *мірі складності*.

Н. Гілберт і К. Троїтч, посилаючись на фахівців з комп'ютерного програмування, наводять такі типові характеристики «агентів», які моделюються: 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) [9, с. 173]. Подібним чином основні риси агентного моделювання описуються Дж. Епштейном [8]. Тобто якщо «класичні» клітинні автомати – це радше пасивна реакція одиниці на своє оточення, то агентне моделювання – це створення більш складного світу, де, крім свого оточення, можна програмувати й інші фактори, додаючи справжньої «людської» подоби агентам.

Уже існує низка агентних моделей, які присвячені вивченню динаміки мовної ситуації. Так, макроскопічна модель Абрамса–Строгатца була трансформована у мікроскопічну агентну модель. Модель передбачала «людей», які були розміщені на сітці. Кожна «людина» змінювала мову X на Y (або навпаки), виходячи з кількості людей, які спілкуються тією чи іншою мовою, що знаходяться в її оточенні (у «традиційній» версії моделі, як зазначалося вище, вплив мала загальна кількість людей, які спілкуються тою чи іншою мовою, а не лише найближче оточення). Важливо відзначити, що результати моделювання були *якісно* відмінними порівняно з використанням диференціальних рівнянь. Результати порівняння показали, що за умови нерівної престижності двох мов модель Абрамса–Строгатца та агентна модель демонструють *якісно* однакову динаміку (в обох випадках експоненціально зменшується кількість тих, хто спілкується менш престижною мовою). Проте обидві моделі демонструють відмінні результати, якщо престижність двох мов *однакова*. У випадку моделі Абрамса–Строгатца зміни не відбуваються, а от у випадку агентної моделі *завжди* одна з мов усе одно вимирала. Причому також були запропоновані і «вдосконалені» версії моделі – які передбачали білінгвізм, використання різних типів мереж [6–7; 12]. К. Шульце і Д. Штауффер запропонували дещо інакшу модель, де також враховувалася внутрішня структура мови [17]. У моделі, запропонованій П. Б'янку, увага приділяється рівню знань мови, наявності преференцій щодо тієї чи іншої мови, а також впливу

окремих умовно «авторитетних» агентів, які, з одного боку, стійко дотримувалися однієї мовної поведінки, а з іншого боку, мали відчутний вплив на інших, «звичайних» агентів. Автори зазначають, що відповідно до результатів їхньої моделі, якщо три мови між собою є еквівалентними, то з часом виживають усі три. Але якщо хоча б одна мова є трохи більш престижною, то вживання двох інших поступово зменшується і врешті вони обидві зникають [5].

Здебільшого наявні агентні моделі є дуже *абстрактними*, тобто не спрямованими на аналіз динаміки *конкретної* ситуації в реальному суспільстві. До того ж з уваги випускається низка інших важливих факторів (наприклад, фактор мовної політики у сфері освіти). Утім ці моделі *теоретично дозволяють* інкорпорувати такі фактори, тобто можна поєднати аналіз впливу і фактору свого оточення (наприклад, друзів) та інших факторів, як, наприклад, мовна політика у сфері освіти тощо).

Важливо одразу відзначити, що, як і у випадку з клітинними автоматами, застосування агентних моделей не призначене для формулювання *конкретного прогнозу*. Тоді, 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» [3, с. 6]. Тобто, у підсумку ми, на жаль, не зможемо говорити, *коли і скільки* людей буде розмовляти, наприклад, українською мовою, але ми зможемо *зрозуміти*, як ті або інші фактори можуть вплинути (або не вплинути) на розвиток і зміну мовної ситуації в Україні (які взагалі сценарії розвитку можливі).

Необхідно відзначити основний недолік цього методу, властивий і клітинним автоматам: оскільки моделюється ситуація географічно сконцентрованих індивідів, виникають проблеми з коректним узагальненням отриманих результатів на досліджувану популяцію в цілому. Інакше кажучи, якщо наша генеральна популяція складається з низки розкиданих на відчутній відстані громад (міст і сіл), то реально фактично неможливо сконструювати таку агентну модель, яка б повноцінно охоплювала ситуацію всюди (моделювала кожен громаду окремо). Проте до певної міри «виправдовувати» узагальнення результатів можна, моделюючи умовно «типові» громади. Якщо ми знаємо, наприклад, що наша модель є «типовою» для будь-якого, наприклад, міста Півночі України, то результати цієї моделі можна узагальнювати на все міське населення

Півночі України. Вочевидь, це доволі непевний момент, який надалі потрібно буде ретельно розглядати, аби можна було переконати наукову спільноту в коректності узагальнень «типових» моделей на загальний рівень досліджуваної популяції.

Висновки

Ми розглянули чотири методи, які можливо застосувати для аналізу динаміки мовної ситуації. Кожен з цих методів має свої переваги і недоліки, спирається на побудову макро- або мікро-моделей, пропонує конкретний прогноз або можливість зрозуміти динаміку процесу. Жоден з цих методів, як було продемонстровано, не в змозі відповісти одразу на всі запитання, пов'язані з мовною динамікою. У зв'язку з цим, на нашу думку, навряд чи доцільно говорити, який метод однозначно є найкращим і всеохопним, – навпаки, кожен з розглянутих методів пропонує аналіз динаміки мовної ситуації під певним *своїм* кутом зору.

Проте нині саме *агентне* моделювання має найбільшу кількість переваг порівняно з іншими методами і пропонує найбільші можливості при побудові пояснювальної моделі взаємодії мов. Насамперед ідеться про можливість інкорпорування в одній моделі і впливу свого соціального оточення, і впливу інших факторів, як, наприклад, освіта, мова медіа тощо. Вочевидь, розглянуті приклади агентних моделей мовної динаміки не можуть претендувати на свою завершеність, адже в основному розглядають один або декілька факторів, опускаючи вплив інших.

Ірина Венгріна, яка здійснила подібний огляд і аналіз саме агентних моделей мовної динаміки, доходить аналогічного висновку щодо їхньої повноти, але водночас справедливо зазначає: «Як показує досвід агентного моделювання в інших сферах, метод має усі необхідні інструменти для врахування недоліків» [1, с. 23]. Хоча й досі не запропоновано більш-менш повної моделі, яка б враховувала максимальну кількість факторів, що визначають мовну динаміку в суспільстві, проте саме внутрішній апарат агентного підходу *методично уможливорює* розробити справді реалістичну модель мовної динаміки, яка – окрім, власне, поступу в розумінні процесів динаміки у цій сфері – безсумнівно, стане в пригоді для підведення наукових підвалин під пропоновані версії державної мовної політики і сприятиме гармонізації мовних відносин в Україні.

Список літератури

1. Венгіна І. Мовна динаміка крізь призму імітаційного моделювання / І. Венгіна // Наукові записки НаУКМА. – 2012. – Т. 135 : Соціологічні науки. – С. 19–24.
2. Abrams D. M. Modelling the dynamics of language death / D. M. Abrams, S. H. Strogatz // Nature. – 2003. – Vol. 23. – P. 900.
3. Axelrod R. Advancing the art of simulation in the social sciences [Електронний ресурс] / R. Axelrod. – 2005. – P. 1–15. – Режим доступу: <http://www-personal.umich.edu/~axe/research/AdvancingArtofSim.pdf> (дата звернення: 01.10.2010).
4. Beltran F. S. Forecasting a language shift based on cellular automata [Електронний ресурс] / F. S. Beltran, S. Herrando, D. Ferreres, M. – A. Adell, V. Estredes, M. Ruiz-Soler // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2009. – Vol. 12, № 3. – Режим доступу: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/12/3/5.html> (дата звернення: 07.10.2010).
5. Bianco P. Simulation methodologies for decisions-making support on linguistic policies [Електронний ресурс] / P. Bianco // Ianaua. Revista Philologica Romanica. – 2006. – Vol. 6. – P. 29–49. – Режим доступу: <http://www.raco.cat/index.php/Ianaua/article/viewFile/72370/82627> (дата звернення: 23.07.2013).
6. Modelling language competition: Bilingualism and complex social networks / X. Castello, V. M. Eguiluz, M. San Miguel et al. // Proceedings of the 7th International Conference on the Evolution of Language. – 2008. – P. 59–66.
7. Castello X. Ordering dynamics with two non-excluding options: Bilingualism in language competition / X. Castello, V. M. Eguiluz, M. San Miguel // New Journal of Physics. – 2006. – Vol. 8, Issue 12. – P. 308–325.
8. Epstein J. M. Remarks on the foundations of agent-based generative social science / J. M. Epstein // Epstein J. M. Generative social science. – New-Jersey : Princeton University Press, 2006. – P. 50–71.
9. Gilbert N. Simulation for social scientists / N. Gilbert, K. G. Troitzsch. – N.Y. : Open University Press, 2005. – 312 p.
10. Hegselman R. Understanding complex social dynamics: A plea for cellular automata based modeling [Електронний ресурс] / R. Hegselman, A. Flache // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 1998. – Vol. 1, № 3. – Режим доступу: <http://ideas.repec.org/a/jas/jasssj/1998-5-1.html> (дата звернення: 29.09.2010).
11. Kandler A. Language shift, bilingualism and the future of Britain's Celtic languages / A. Kandler, R. Unger, J. Steele // Philosophical Transactions of the Royal Society. – 2010. – Vol. 365. – P. 3855–3864.
12. Kandler A. Demography and language competition / A. Kandler // Human Biology. – 2009. – Vol. 81, Issue 2–3. – P. 193–207.
13. Liu Y. Modeling language competition [Електронний ресурс] / Y. Liu. – 2009. – P. 1–10. – Режим доступу: http://guava.physics.uiuc.edu/~nigel/courses/569/Essays_Fall2009/files/liu.pdf (дата звернення: 10.10.2010).
14. Mira J. Interlinguistic similarity and language death dynamics / J. Mira, A. Paredes // Europhysics Letters. – 2005. – Vol. 96, № 6. – P. 1031–1034.
15. Patriarca M. Modeling language competition / M. Patriarca, T. Leppanen // Physica A. – 2004. – Vol. 338. – P. 296–299.
16. Sabourin P. Microsimulation of language use at home in a multilingual region with high immigration [Електронний ресурс] / P. Sabourin, A. Bélanger // 3rd General Conference of the International Microsimulation Association, 2011. – Режим доступу: http://www.scb.se/Grupp/Produkter_Tjanster/Kurser/Dokument/IMA/Sabourin_Belanger_FINAL.pdf (дата звернення: 23.07.2013).
17. Schulze C. Simulation of language competition by physicists [Електронний ресурс] / C. Schulze, D. Stauffer. – 2005. – P. 1–15. – Режим доступу: <http://arxiv.org/abs/physics/0511049> (дата звернення: 01.10.2010).
18. Troitzsch K. G. Not all explanations predict satisfactorily, and not all good predictions explain [Електронний ресурс] / K. G. Troitzsch // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2009. – Vol. 12, № 1. – Режим доступу: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/12/1/10.html> (дата звернення: 30.09.2010).
19. Vazquez F. Agent-based models of language competition: Macroscopic descriptions and order-disorder transitions [Електронний ресурс] / F. Vazquez, X. Castell'o, M. San Miguel. – 2010. – P. 1–30. – Режим доступу: <http://arxiv.org/abs/1002.1251> (дата звернення: 01.10.2010).

A. Grushetsky

REVIEW OF POSSIBLE METHODS OF MODELING AND PREDICTING THE DYNAMICS OF LANGUAGE SITUATION

Developing models of the dynamics of language situation is an important tool for the analysis and prediction of possible trends and for the evaluation and development of programs of implementation of state language policy in Ukraine. This article discusses four possible methods of modeling and predicting language dynamics: simulations based on differential equations, microanalytical modeling, cellular automata and agent-based modeling. Core idea, strengths and weaknesses in terms of modeling of language dynamics is identified, examples of the actual use of methods for creating models of language dynamics are exemplified. We conclude that the most promising to explain the mechanism of interaction between languages is the use of agent-based modeling.

Keywords: language dynamics, differential equations, microanalytical modeling, cellular automata, agent-based modeling.

Матеріал надійшов 25.07.2013