

Самойлюк Тетяна, ст. магістратури факультету кібернетики; науковий керівник – к. ф.-м.н., доцент Кузьменко А. П. (Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука, Рівне)

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СОЦІАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЗА ПАРНСОМ

***Анотація.** У статті досліджено питання математичного моделювання соціальних систем та їх складових. Виконано постановку та аналіз моделі соціальної системи за Парсонсом та її елементів, зокрема, системи «політика-економіка». На прикладі соціальної системи Парсонса, здійснено розрахунок математичної моделі соціальної системи засобами MathCad, з урахуванням економічної, політичної та комунікаційної складових.*

***Ключові слова:** соціогенез, соціальна система, моделювання соціальних систем.*

***Анотация.** В статье исследован вопрос математического моделирования социальных систем и их составляющих. Выполнена постановка и анализ модели социальной системы по Парсонсу и его элементов, в частности, системы «политика-экономика». На примере социальной системы Парсонса, осуществлен расчет математической модели социальной системы средствами MathCad, с учетом экономической, политической и коммуникационной составляющих.*

***Ключевые слова:** социогенеза, социальная система, моделирование социальных систем.*

***Annotation.** The article deals with mathematical modeling of social systems and their components. Formulation and analysis of Parsons' social system model and its elements, particularly the system of «politics-economy» is done. On the example of Parsons' social system the calculation of the mathematical model of a social system by means of MathCad, taking into account the economic, political and communications components, is made.*

***Keywords:** sociogenesis, social system, social systems modelling.*

Толкотт Парсонс у автобіографічному нарисі «Про побудову теорії соціальних систем: особиста історія» відмітив, що метою його життя було створення загальної, універсальної теорії, що була би придатною для аналізу будь-яких живих систем, починаючи від одноклітинного організму і закінчуючи складними людськими цивілізаціями [1–3]. Що ж спільного в цих двох, зовсім не схожих між собою системах? Відповідь проста – наявність структурованості, яка прагне до порядку і певної раціональності. На думку багатьох вчених, Парсонсу не вдалось розробити всі аспекти

згаданої теорії, виникали протиріччя, та все ж світові соціологи надзвичайно високо цінують досягнення вченого в своїй роботі. Його праці стали подією в суспільній думці 1950–1960-х рр. Вони роблять величезний вплив на теоретиків та аналітиків і в даний час. І понині теоретичній системі Т. Парсонса немає нічого рівноцінного за глибиною і цілісністю [4].

Подальший розвиток підходу до суспільства як до соціальної системи згідно ідей Т. Парсонса продовжували у своїх працях Н. Луман [5], О. Д. Куценко [6], Дж. Александера [7; 8], І. Пригожин [9] (лауреат Нобелівської премії). Зокрема, в працях Пригожина [4] основна увага була зосереджена на теорії систем, що знаходяться в стані динамічного хаосу. Основні з введених ним поняття, якими доводиться користуватися останні 20–30 років, це – відкрита система, нелінійність, порядок, хаос, тонка біфуркації та інші математичні речі. Тому, дослідження і застосування розробок Парсонса та його послідовників є актуальним на сьогодні завданням для моделювання стану соціуму під впливом різних чинників.

Мета нашої роботи є розроблення технології комп'ютерної програмної підтримки чисельного розрахунку і аналізу моделі соціальної системи та її елементів, зокрема, системи «політика-економіка».

В основі моделі соціогенезу лежить схема опису суспільства, що належить Толкотту Парсонсу [1–4]. Суспільство Т. Парсонса розглядає як соціальну систему, що складається з чотирьох взаємодіючих підсистем: 1) організація політичної влади. Будь-яка політична влада передусім повинна забезпечити контроль за подіями на відповідній території; 2) соціалізація, виховання кожного індивіда починаючи з дитинства, контроль за населенням. Це особливо важливо в наш час, коли виникла проблема інформаційного модерування, інформаційної агресії; 3) економічна основа суспільства – організація суспільного виробництва і розподілу між верствами населення і індивідами, оптимізація використання ресурсів суспільства, насамперед, людського потенціалу; 4) сукупність культурних норм, втілених в соціальних установах, або, інакше, - підсистема підтримки інституційних культурних установок. В сучасному формуванні соціальної системи за Парсонсом до відповідних підсистем додано систему комунікацій [4]. Кожна підсистема виконує певні функції. Скажімо, функцію адаптації суспільства до потреб в споживчих товарах здійснює економічна підсистема. Функцію досягнення цілей системи, що проявляється у прагненні до колективних дій, мобілізації суб'єктів і ресурсів на їх досягнення, виконує політика. Функція інститутів соціалізації (сім'я, система освіти і т. д.) полягає у передачі норм, правил і цінностей, які стають важливими факторами мотивації суспільної поведінки суб'єктів. Нарешті, функцію інтеграції суспільства, встановлення і збереження зв'язків солідарності між його елементами здійснюють інститути «соціальної спільноти» (мораль, право, суд і т. д.). Відзначимо, що перехід від формального

опису підсистем суспільства до деяких, здавалося б, абстрактних математичних функцій цілком узгоджується з теорією Т. Парсонса. Що ж до кількісних оцінок величин, що досліджуються, то при математичному моделюванні основний результат кількісних моделей, які формулюються у висновках, завжди носить якісний характер [10]. Глобальна динаміка системи (циклічність, стійкість, хаотична поведінка) визначається кількісною моделлю, але є її якісною характеристикою [11; 12]. У моделей є цілком певні параметри, коефіцієнти, змінюючи які, ми можемо вивчати поведінку системи, оперуючи поняттями «прискорення або уповільнення», «протидія або підтримка», «більше або менше» [10; 13].

Диференціальні балансові співвідношення будуються за простою загальною схемою: в лівій частині рівняння – швидкість зміни будь-якого параметра, у правій – різниця між певними потоками, які входять та виходять із системи. Таким чином, при вивченні динаміки величини X в лівій частині рівняння пишемо швидкість її зміни в часі $\frac{dX}{dt}(t)$, в правій частині по черзі виписуються потоки, безпосередньо пов'язані з підсистемами соціальної системи, причому перед потоком ставиться знак «+», якщо потік сприяє розвитку X , і знак «-», якщо стримує розвиток [14].

Час t будемо вважати неперервним і вимірювати, наприклад, у роках.

Значимо, що соціальна система в рамках розглянутої тут моделі буде мати етнічну основу [13]. Тому потрібно взяти до уваги, що поведінка людини, яка зумовлена її біохімічною енергією, буде визначати саме здатність етнічних колективів до цілеспрямованої активної діяльності [4; 13].

У соціальній моделі будемо розглядати політичну систему з точки зору теорії модернізації [4; 11; 12]. Під модернізацією розуміються глибинні перетворення в економічній, політичній та ціннісних системах суспільства (не обов'язково синхронізовані), що відбуваються внаслідок того, що Парсонс називав промисловою, демократичною і освітньою революціями [1–3]. Наприклад, відомо, що в ті роки, коли відбувались революції, спостерігаються своєрідні стрибки у розвитку свідомості суспільства [6; 15].

Виходячи з викладеного вище, в рамках нашої моделі будемо розглядати зміну політичної системи з точки зору її ускладнення і спрощення. При цьому, в якості одиниці виміру політичної диференціації виберемо кількість політичних інститутів. Політична диференціація – це оцінка глибини соціально політичних змін, масштабів ускладнення або спрощення політичної системи [4; 11; 12].

Як поррахувати політичні інститути? У найпростішому варіанті їх можна просто перелічити. Назвемо деякі з політичних інститутів, які можуть входити в цей список: органи міського та районного самоврядування, організації, пов'язані із захистом прав і свобод людини (комітети захисту прав людини, комітети солдатських матерів), управління міським майном,

адвокатські колегії, клуби виборців [11; 12]. Напевне, у даний час в Україні до політичних інститутів у зазначеному сенсі треба долучити також і волонтерські структури у різних галузях (військова, соціальна, гуманітарна та інші галузі).

Розвиток економічної системи розглянемо через зміну величини загального капіталу. Будемо вимірювати ступінь економічного розвитку в умовних одиницях – обсягах фондів. В рамках моделі вважаємо, що будь-який об'єкт економічних відношень, або дію, що вимірюються в гривнях, штуках, тонах, метрах квадратних і т.п. можна оцінити в цих одиницях.

Будемо вважати, що розвиток соціальної спільноти, в рамках пропонованої моделі, вимірюється в кількості соціальних інститутів, за допомогою яких здійснюється інтеграція суспільства. Інтеграція здійснюється завдяки охоронним і контролюючим інститутам на основі прийнятих норм поведінки [11; 12].

Прийmemo, що в моделі розвиток системи підтримки інституціоналізованих етнічних зв'язків вимірюється в кількості соціальних інститутів, які складають цю підсистему. При підтримці зразків розуміємо систему владних заходів і законів, що захищають етнічні цінності та зразки поведінки [11,12,13].

Політичну підсистему будемо описувати функцією $G(t)$, економічну підсистему – функцією $E(t)$, соціальне співтовариство – функцією $K(t)$, підсистему підтримки інституціоналізованих етнічних зв'язків – функцією $D(t)$ і підсистему комунікацій – функцією $I(t)$.

Візьmemo до уваги, що дослідження соціальної системи в цілому виявляється досить складною справою і не завжди результат виправдовує затрачені зусилля. Тому для спрощення розрахунків обмежимося політичною (функція $G(t)$) та економічною (функція $E(t)$) підсистемами, а інші (функції $K(t), D(t), I(t)$) вважатимемо зафіксованими на деякому рівні і такими, що не змінюються з часом.

Отже, $\frac{dG}{dt} = G_G + G_E + G_I - G_K$ – рівняння, що описує політичну підсистему. В свою чергу $G_G = k_{GG}(e^{\delta \cdot p \cdot \bar{q}} - 1) \cdot G$ – складова, яка описує процес самоорганізації політичної підсистеми, що забезпечує підтримання та розвиток суспільного ладу; G_E – зусилля людей по зміцненню політичного режиму за рахунок економічної складової діяльності; $G_K = k_{GK}(K + D + I) \cdot G$ – обмеження на швидкість зміни політичної підсистеми, пов'язані з діючими в суспільстві традицією (моральністю) і нормативним порядком.

$\frac{dE}{dt} = E_E - E_G - E_K$ – рівняння, що описує економічну підсистему.

$E_E = k_{GG}(e^{\delta \cdot \rho \hat{q}} - 1) \cdot E$ – зусилля людей з розвитку економіки.

$E_E = k_{GE} G_E$ – економічні інвестиції у владні структури.

$E = k_E(K+D)$ – обмежувальні фактори, зв'язані з етнокультурними традиціями і нормативним порядком [11; 12].

Проаналізувавши розв'язки двох перших рівнянь, маємо:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = Ax + l_1 y - k_1 y^2, \\ \frac{dy}{dt} = Ay - l_2 x + k_2 x^2, \end{cases} \quad (1)$$

Для прикладу розглянемо наступну задачу.

Нехай,

$$\begin{aligned} A(\rho) &= k_{GG}(e^{\delta \cdot \rho \hat{q}} - 1) - k_{GK}(K + D), \\ k_1 &= k_{GE}, \quad k_2 = k_{EG}, \\ l_1 &= l_G, \quad l_2 = l_E, \\ x &= G, \quad y = E, \\ x_0 &= G_0, \quad y_0 = E_0. \end{aligned} \quad (2)$$

Тоді система (1) отримає вигляд:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = Ax + l_1 y - k_1 y^2, \\ \frac{dy}{dt} = Ay - l_2 x + k_2 x^2, \\ x|_{t=0} = x_0, \\ y|_{t=0} = y_0. \end{cases} \quad (3)$$

Маємо нелінійну систему з двох диференційних рівнянь із сталими коефіцієнтами.

Для розв'язування системи (3) скористаємось засобами системи MathCad [16; 17].

Нехай для прикладу вихідні дані задачі (3) мають наступні значення: $A := 0$, $L1 := 1$, $L2 := 1$, $K1 := 1$, $K2 := 1$, $x_0 = 0.2$, $y_0 = 0.2$ (тут для зручності прописні літери в ідентифікаторах замінені на великі відповідно).

Визначимо праву частину системи (3), яку в MathCad будемо позначати символом $D(t, Z)$ [16; 17]. Прийmemo $Z = \begin{pmatrix} 0.2 \\ 0.2 \end{pmatrix}$. Для того щоб ввести праві частини системи у векторній формі, виберемо символ матриці на панелі Matrix, визначимо у вікні розмірності число рядків (=2) і число стовпців (=1), а потім введемо у помічених позиціях вирази для обчислення правих частин:

$$D(t, Z) := \begin{bmatrix} A \cdot Z_1 + L1 \cdot Z_2 - K1 \cdot (Z_2)^2 \\ A \cdot Z_2 - L2 \cdot Z_1 + K2 \cdot (Z_1)^2 \end{bmatrix}$$

Рис 1. Представлення вектора $D(t, Z)$ у MathCad.

Розв'яжемо задачу Коші (3) методом Рунге-Кутта [16; 17]. Для цього, скористаємося функцією `rkfixed`. Обчислимо наближений розв'язок, виконавши методом Рунге-Кутта 4-го порядку 100 однакових кроків. Знайдемо наближений розв'язок: $Z := rkfixed(Z, 0, 10, 400, D)$.

У першому стовпці матриці Z зберігаються значення t у вузлах сітки, у другому стовпці – відповідні значення розв'язку, в третьому - значення похідної розв'язку.

Побудуємо графік розв'язку і відповідну фазову криву. Для того щоб побудувати графік розв'язку, виберемо в панелі Graph піктограму двовимірного декартового графіка ($X \ Y Plot$) і введемо в зазначені позиції біля осі абсцис ім'я першого стовпця, а біля осі ординат – імена другого і третього стовпців матриці, що містить наближене значення [16; 17].

Для різних значень x_0 , y_0 визначаємо відповідні розв'язки системи (3).

Отримані значення визначають точки, що належать траєкторії системи (3) при заданих вхідних даних. Приклад розв'язування системи диференціальних рівнянь засобами середовища MathCad зображено на рис. 2.

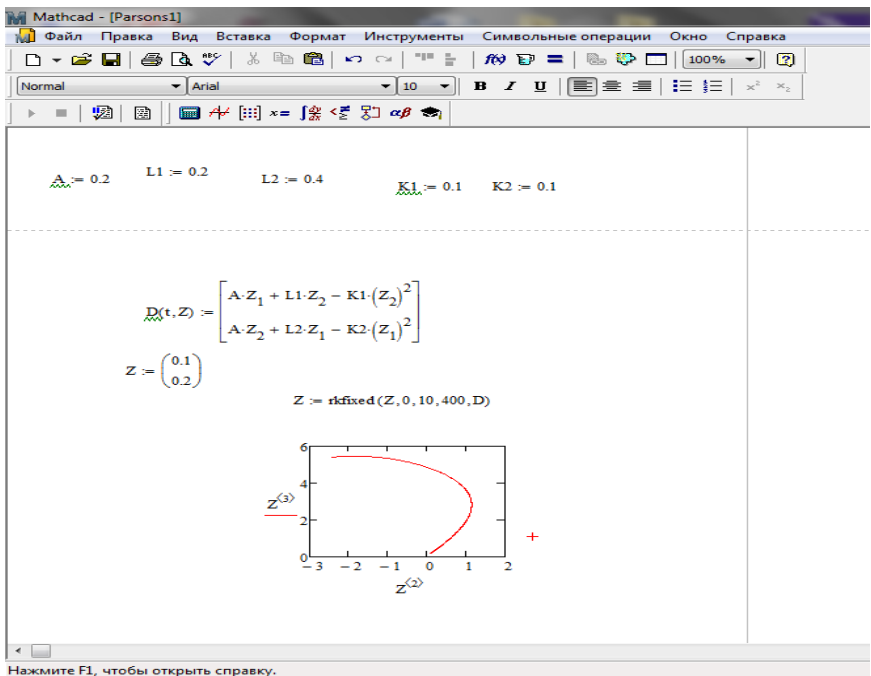


Рис. 2. Приклад розв'язування системи диференціальних рівнянь в середовищі MathCad

Нами проведені розрахунки траєкторій системи (3) для різних значень вхідних даних. Тут наведемо окремі з них (див. рис. 2–4).

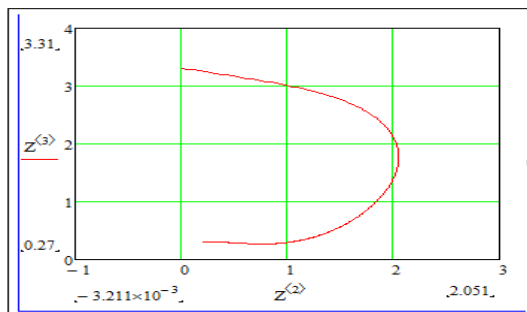


Рис. 3. Траєкторія системи (3) при $x_0 = 0.2$, $y_0 = 0.3$, $A_1 = 0.2$, $L_1 = 0.3$, $L_2 = 0.3$, $k_1 = 0.3$, $k_2 = 0.3$

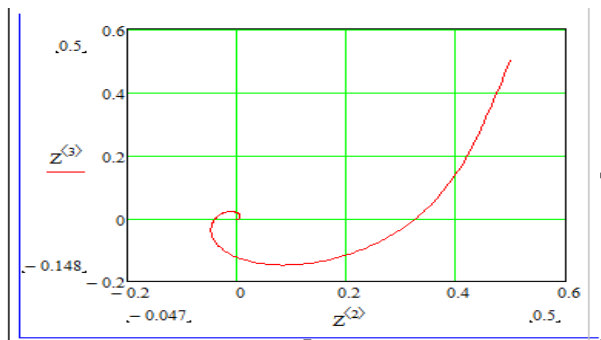


Рис. 4. Траекторія системи (3) при $x_0=0.5$, $y_0=0.5$, $A_1=-0.81$, $L_1=1$, $L_2=1.5$, $k_1=1.3$, $k_2=1.1$

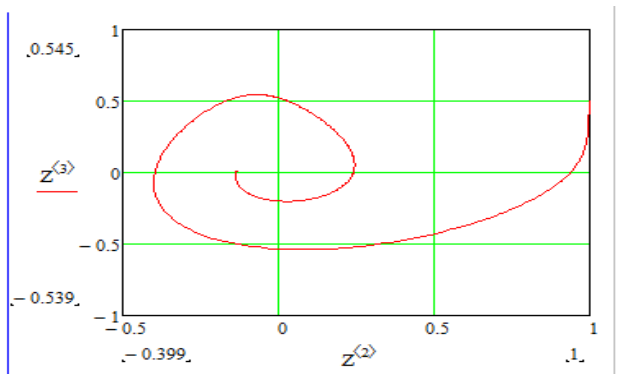


Рис. 4. Траекторія системи (3) при $x_0=1$, $y_0=0.5$, $A_1=-0.2$, $L_1=1$, $L_2=1.5$, $k_1=1.3$, $k_2=1.1$

За результатами розрахунків можна зробити такі висновки щодо презентованої тут програмної підтримки системи «політика-економіка»:

- запропонована технологія розрахунків дає можливість проводити аналіз поведінки системи для заданих вхідних характеристик, наприклад, згідно графіків траекторій (див. рис. 2–4);
- отримані результати розрахунків достатньо добре узгоджуються із якісним аналізом системи «політика-економіка», що можливо відобразити у відповідних біфуркаційних діаграмах [11; 12; 14];

– в цілому, на нашу думку, ресурси математичних пакетів, зокрема MathCad забезпечують достатню підтримку розглянутих в роботі технологій дослідження системи «політика-економіка»;

– наведені алгоритми в MathCad дають можливість ефективної підтримки навчальних досліджень моделей типу «політика-економіка» в умовах навчального лабораторного практикуму;

– розглянута в роботі технологія аналізу та чисельних розрахунків моделі «політика-економіка» забезпечує можливість підтримки аналогічних, і, можливо, більш глибоких досліджень розглянутої туг та інших математичних моделей систем соціогенезу та їх аналогів.

1. Parsons T. Societies. Evolutionary and Comparative Perspectives. Englewood Cliffs: Prentice-Hall Inc. – 1966.
2. Парсонс Т. Понятие общества: компоненты и их взаимоотношения / Т. Парсонс // Тезис. Т. 1, N 2. С. 94–122.
3. Парсонс Т. Система современных обществ / Т. Парсонс. М. : Аспект Пресс, 1997.
4. Шкаратан О. І. Соціологія нерівності. Теорія і реальність / О. І. Шкаратан. – М. : Изд. дом. Высш. школы экономики. – 2012. – 526 с.
5. Луман Н. Соціальні системи. Нарис загальної теорії / Н. Луман. – СПб. : Наука, 2007.
6. Куценко О. Д. Фази та шляхи системних трансформацій : подібності та відмінності в колишніх країнах державного соціалізму / О. Д. Куценко // Посткомуністичні трансформації: вектори, вимірювання, зміст. Харків : Харків, нац. ун-т, 2004.
7. Александер Дж. Після неофункціоналізму: діяльність, культура і громадянське суспільство / Дж. Александер // Соціологія на порозі ХХІ століття. – М. : Русаки, 1999.
8. Александер Дж. Влада, політика і громадянська сфера / Дж. Александер // Соціологічні дослідження. 2009. № 10.
9. Пригожин И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс // Пер. с англ. Ю. А. Данилова. – М. : Прогресс, 1986. – 432 с.
10. Баутин Н. Н. Методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости / Н. Н. Баутин, Е. А. Леонтович. – М. : Наука, 1976.
11. Гуц А. К. Математические модели социальных систем / [Гуц А. К., Коробицын В. В., Лаптев А. А., Паутова Л. А., Фролова Ю. В.] // Полиграфический центр КАН. – Омск. – 2000.
12. Гуц А. К. Социальные системы: формализация и компьютерное моделирование / [Гуц А. К., Коробицын В. В., Лаптев А. А., Паутова Л. А., Фролова Ю. В.]. – Омск : ОмГУ, 2000.
13. Гумилев Л. Н. География этноса в исторический период / Л. Н. Гумилев // Звезда. – 1990. – N 2.
14. Ляшенко І. М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів : навч. пос. / І. М. Ляшенко, М. В. Корובה, А. М. Столяр. – Тернопіль : Навчальна книга–Богдан, 2006. – 304 с.
15. Берталанфи Л., Загальна теорія систем: критичний огляд / Л. Берталанфи // Дослідження з загальної теорії систем : зб. перекладів / За заг. ред. В. Н. Садовського, Е. Г. Юдіна. М. : Прогресс, 1969.
16. Бидасюк Ю. М. Mathsoft MathCAD 12: Самоучитель / Юрий Михайлович Бидасюк. – М.; СПб.; К. : Диалектика, 2006. – 222 с.
17. Бондаренко М. А. Програмування у середовищі Mathcad 12 : Навч. посіб. / Микола Андрійович Бондаренко. – Х. : ФОП Л.М.Лібуркіна, 2006. – 232 с.