

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра загальної математики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: «ПОБУДОВА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ
МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПОЛІТИЧНОГО
СУПЕРНИЦТВА»

Виконала: студентка 2 курсу, групи 8.1110 –з

спеціальності 111 математика
(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми математика
(назва освітньої програми)

А. Я. Антипенко

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент кафедри програмної інженерії,
доцент, к.ф.– м.н. Манько Н. І.–В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент завідувач кафедри фонд. і прикл. матем.,
доцент, д.т.н. Гребенюк С. М.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет математичний

Кафедра загальної математики

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 111 математика

(шифр і назва)

Освітня програма математика

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загальної
математики к.ф.-м.н., доцент
Зіновєєв І.В.

(підпис)

« _____ » _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Антипенко Анастасії Яківні

(прізвище, ім'я та по-батькові)

1. Тема роботи (проекту) Побудова та дослідження математичних моделей
політичного суперництва

керівник роботи (проекту) Манько Наталія Іванівна –Володимирівна, к.ф.–м.н.
(прізвище, ім'я та по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвердені наказом ЗНУ від « 09 » 06 2021 року № 850-с

2. Строк подання студентом роботи 02.12.2021

3. Вихідні дані до роботи 1. Постановка задачі.
2. Перелік літератури.

4. Зміст розрахунково –пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Поняття та сутність математичного моделювання політичних процесів.

Аналіз основних математичних моделей політичного суперництва.

Практичне дослідження ефективності застосування математичних моделей політичного
суперництва.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____
Ілюстрації до тексту роботи

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Зіновєєв І.В.		
2	Зіновєєв І.В.		

7. Дата видачі завдання 03.09.2021

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану роботи.	06.09.2021	
2.	Збір вихідних даних.	14.09.2021	
3.	Обробка методичних та теоретичних джерел.	28.09.2021	
4.	Розробка першого розділу.	11.10.2021	
5.	Розробка другого розділу.	01.11.2021	
6.	Оформлення та нормоконтроль кваліфікаційної роботи.	26.11.2021	
7.	Захист кваліфікаційної роботи.	09.12.2021	

Студент

(підпис)

А.Я. Антипенко

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Н. І.–В. Манько

(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

(підпис)

О.Г. Спиця

(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Побудова та дослідження математичних моделей політичного суперництва»: 65 с., 14 рис., 4 табл., 38 джерел.

ВЛАДА, ЕМПІРИЧНІ ДАНІ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, МОДЕЛЮВАННЯ, ПАРТІЇ, ПОЛІТИКА, ПОЛІТИЧНЕ СУПЕРНИЦТВО.

Об'єкт дослідження – математичні моделі, наукові концепції математичного моделювання політичного суперництва; дослідити побудовані математичні моделі.

Мета роботи: дослідити основні аспекти побудови та дослідження математичних моделей політичного суперництва.

Метод дослідження – аналітичний, порівняльний.

Математичне моделювання – один з ефективних підходів розв'язання практичних задач, зокрема й політичних. Практичним завданням моделювання є експертна підтримка прийняття рішень за допомогою аналізу політичних відносин, прогнозування розвитку політичних ситуацій. Саме тому для виділення, формалізації результативних ознак і істотних факторів найбільш зручним є метод математичного моделювання. Щоб розширити уявлення про математичні моделі у кваліфікаційній роботі досліджено загально-теоретичну характеристику математичних моделей політичного суперництва у науковій літературі, виділено способи та методи математичного моделювання та проведено практичне дослідження побудованих математичних моделей політичного суперництва. Варто відзначити, що наукова база математичного моделювання дозволяє в значній мірі знизити суб'єктивізм і виявити неочевидні закономірності, знання яких дає людині можливість оцінювати рівень значимості різних факторів і впливати на невідомі раніше процеси.

SUMMARY

Master's Qualification Thesis «Construction and Research of the Mathematical Models of the Political Competition»: 65 pages, 14 figures, 4 tables, 38 references.

POWER, EMPIRICAL DATA, MATHEMATICAL MODEL, MODELING, PARTIES, POLITICS, POLITICAL COMPETITION.

The object of the study is mathematical models, scientific concepts of mathematical modeling of political rivalry, to investigate the constructed mathematical models.

The aim of the study is to explore the main aspects of construction and research of mathematical models of political rivalry.

The methods of research are analytical, comparative.

Mathematical modeling is one of the effective approaches to solving practical problems, including political ones. The practical task of modeling is expert support of decision-making through the analysis of political relations, forecasting the development of political situations. That is why the method of mathematical modeling is the most convenient for the selection, formalization of performance characteristics and significant factors. To expand the idea of mathematical models in the qualification thesis studied the general theoretical characteristics of mathematical models of political rivalry in the scientific literature, identified methods and techniques of mathematical modeling and a practical study of the features of building mathematical models of political rivalry. It was noted that the scientific basis of mathematical modeling can significantly reduce subjectivism and identify non-obvious patterns, knowledge of which allows a person to assess the importance of various factors and influence previously independent processes.

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу.....	2
Реферат.....	4
Summary.....	5
Вступ.....	7
1 Загально-теоретична характеристика математичних моделей політичного суперництва у науковій літературі.....	9
1.1 Поняття та сутність математичного моделювання політичних процесів.....	9
1.2 Способи та інструменти побудови математичних моделей.....	12
1.3 Способи та методи математичного моделювання політичного суперництва.....	17
1.4 Висновки до розділу 1.....	23
2 Практичне дослідження особливостей побудови математичних моделей політичного суперництва.....	25
2.1 Аналіз основних математичних моделей політичного суперництва.....	25
2.2 Математична модель стратифікації суспільства та політичних партій.....	34
2.3 Аналіз особливостей побудови математичних моделей політичного суперництва.....	44
2.4 Практичне дослідження ефективності застосування математичних моделей політичного суперництва.....	48
2.5 Висновки до розділу 2.....	59
Висновки.....	61
Перелік посилань.....	62

ВСТУП

Актуальність дослідження. Математичне моделювання – один з ефективних підходів розв'язання практичних задач, зокрема й політичних. Практичним завданням моделювання є експертна підтримка прийняття рішень за допомогою аналізу політичних відносин, прогнозування розвитку політичних ситуацій.

Моделювання в політиці означає опис політичних процесів за допомогою обмеженої кількості значущих, вагомих факторів. При цьому моделювання забезпечує отримання досвіду, дає змогу: припускаючись помилок, виправляти їх, уникаючи матеріальних і моральних втрат; здійснювати перевірку запропонованих модифікацій систем та процесів; вивчати організацію і структуру систем задовго до втілення їх у життя; відтворювати події минулого, сьогодення, а також прогнозувати майбутнє та перевіряти вплив факторів на об'єкт, процес.

Для успішного суспільного розвитку необхідно проводити дослідження соціальних процесів і явищ із метою їх аналізу й прогнозування. Для виділення, формалізації результативних ознак і істотних факторів найбільш зручним є метод математичного моделювання.

Багато соціальних процесів пов'язані з взаємодією, протиборством держав, народів, релігійних громад, партій, угруповань і т.д. Протиборство може протікати у різних формах: збройні конфлікти, економічна конкуренція, інформаційне протиборство, політична боротьба. Актуальність розробки наочних моделей, що дозволяють одержати аналітичний розв'язок задач соціально-політичного моделювання, прогнозування з розвитком суспільства тільки зростає.

Враховуючи все вищесказане, була обрана тема кваліфікаційної роботи: "Побудова та дослідження математичних моделей політичного суперництва".

Об'єкт дослідження – математичні моделі, наукові концепції математичного моделювання політичного суперництва.

Предмет – способи та методи побудови математичних моделей політичного суперництва.

Мета роботи: дослідити основні аспекти побудови та дослідження математичних моделей політичного суперництва.

Відповідно до мети були визначені наступні **завдання:**

а) дати загально-теоретичну характеристику математичних моделей політичного суперництва у науковій літературі;

б) виділити способи та методи математичного моделювання політичного суперництва;

в) провести практичне дослідження особливостей побудови математичних моделей політичного суперництва;

г) проаналізувати особливості побудови математичних моделей політичного суперництва.

Для розв'язання поставлених завдань були використані такі **методи дослідження:** теоретико-критичний аналіз літератури з теми дослідження; зіставлення, узагальнення і синтезування здобутої інформації тощо.

Робота може бути використана студентами та викладачами ВНЗ для підготовки та проведення лекційних та практичних занять.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, переліку посилань, що містить 38 найменувань. Повний обсяг роботи: 65 сторінок.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПОЛІТИЧНОГО СУПЕРНИЦТВА У НАУКОВІЙ ЛІТЕРАТУРІ

1.1 Поняття та сутність математичного моделювання політичних процесів

Швидкому впровадженню моделювання, зокрема, математичного, сприяло широке застосування методів, відпрацьованих раніше економістами. Перш за все, мається на увазі теорія прийняття рішень, де в багатьох випадках використовуються результати економічного аналізу. Наприклад, А. Даунс теорію суспільного вибору адаптував до вивчення суспільно-політичних процесів [10, с. 84].

Визнаним фахівцем в галузі моделювання вважається Р. Саймон, який обґрунтував парадигму раціонального вибору та продемонстрував можливості цього методу.

Математичне моделювання в рамках теорії ігор розроблялось у працях В. Райкера, М. Олсона, Дж. Бьюкенена, Г. Таллока.

Стосовно розробки понять теорії ігор та їх застосування в політичній економіці відомими є праці таких вчених, як Г. Хотелінг, Е. Довнс, Т. Персон, Г. Табеліні, Д. Асемоглу, Д. Робінсон та багато інших.

Щодо української політології, то застосуванням математичного апарату теорії ігор для вивчення політичних процесів займались представники наукової школи проф. В. Корнієнка [10, 9].

Зрозуміло, що застосовуються різні моделі при дослідженні політичних процесів, залежно від завдання, мети, об'єкту і предмету, наявності емпіричних даних та інших чинників. Об'єктами дослідження в конкретній політичній ситуації можуть бути соціальні та політичні групи,

політичні лідери. Звичайно, кожен з цих об'єктів вимагає свого дослідницького інструментарію і методів моделювання.

В науковій літературі моделі класифікують на підставі різноманітних критеріїв. Так, найчастіше, як база для класифікації береться вид формулювання, змістовні та формальні моделі. За функціональною ознакою змістовні моделі поділяються на описові, пояснювальні та прогностичні.

За логічними рівнями моделі поділяються на макро- і мікромоделі. За відношенням до реальності розрізняють моделі даного, можливого і бажаного стану системи. Перші використовуються при дослідженні властивостей реально існуючого об'єкту. Моделі другого і третього типу формуються при необхідності врахувати можливі зміни заданого об'єкту під впливом різних обставин [24, с. 17].

Також класифікують моделі за їх походженням на штучні і природні. Перші створюються цілеспрямовано для розв'язання конкретних завдань, другі формуються як результат певного процесу.

Взагалі сутність моделювання полягає в заміщенні реального об'єкту політичної дійсності A об'єктом B , створеним штучно, що повторює найзначущі сторони об'єкту A , тобто є його моделлю. Модель – це образ об'єкту або структури, пояснення або опис системи, процесу або низки пов'язаних між собою подій. Для моделювання будь-якої структури, об'єкту або процесу формується система рівнянь. Системи зв'язків усередині моделей представляються шляхом складання схеми розподілу потоку інформації за допомогою, наприклад, математичного або логіко-семантичного моделювання. Будь-яка значуща сторона об'єкту дослідження або його параметри отримують свій конкретний математичний вираз.

Якщо мова йде про математичне моделювання, то використовуються такі операції, як побудова системи рівнянь, побудова лінійних рівнянь і нерівностей, використання властивостей опуклих множин в геометричному методі, максимізація (мінімізація) величин, застосування завдання оптимізації й цільової функції тощо. При побудові математичних моделей,

в основному, використовуються лінійне моделювання, теорія ігор, методи теорії графів, динамічне моделювання тощо. Проте найчастіше дослідники при розв'язанні завдань щодо вивчення політичного об'єкту, зупиняються на формуванні моделі, не здійснюючи особливих операцій з її вивчення.

Для розв'язання задач дослідження вчені застосовують різні методи моделювання, що мають під собою основу, той або інший підхід щодо вивчення політичної ситуації. В цьому плані найбільш розробленим є системний підхід, що дозволяє розглядати об'єкт вивчення як систему. На основі системного підходу створені і активно використовуються змістовні моделі, перш за все – моделі криз, революцій, катастроф, хаосу.

Моделювання дозволяє визначати механізми розвитку політичного процесу, допомагає орієнтуватися в складному електоральному процесі, а також знаходити зв'язки між елементами процесу, недоступні іншим методам вивчення політичного процесу. За допомогою математичного моделювання проводяться дослідження суспільно-політичної ситуації і формулюються стратегії політичної поведінки. Використання математичного моделювання в політології робить необхідним глибоке осмислення даного методу пізнання об'єктивних закономірностей функціонування і розвитку суспільства, що дає можливість отримати різні форми організації навчального процесу і забезпечують міждисциплінарне дослідження актуальних суспільно-політичних предметів [5, с. 58].

К. Боулдінг конструює дві моделі соціального конфлікту – статичну і динамічну. На його думку, всі колізії (конфлікти) мають загальні елементи і однакові шляхи розвитку. В теорії К. Боулдінга вперше створюється модель конфлікту в широкому її розумінні: в ній конфліктна взаємодія відтворюється в ідеалізованій формі, хоча і без будь-якої явної схематизації. Тим не менше, використання термінології теорії ігор в загальній теорії конфлікту свідчить про напрямок дослідження конфлікту не тільки в рамках загальної моделі, а й в напрямку шляхів подолання конфлікту. Автор вважає, що його абстрактна модель конфліктної ситуації або конфліктного процесу

з деякими модифікаціями може бути застосовна до аналізу й міжнародних конфліктів і воєн, сімейних, правових, расових і політичних конфліктів [19, с. 119].

Наряду з цим, в біології, математиці та соціології створювалися особливі моделі конфліктів – математичні. В. Вольтерр, розглядаючи конкуренцію двох біологічних видів за загальне місце в мікрокосмосі, створює багатовидові моделі, і зокрема, модель боротьби за існування в замкнутому середовищі двох біологічних видів, один з яких підтримує існування виключно полюванням на інший вид [25, с. 90-102]. Модель Фр. Ланчестера представляє опис за допомогою диференціальних рівнянь інтенсивності втрат воюючих сторін.

Часто застосовуються в політичному моделюванні методи нелінійної динаміки [17, с. 183].

Велика кількість робіт по математичному моделюванню політичних явищ представлено кандидатом політичних наук.

Варто відзначити, що важливе значення в цей час є інформатизація суспільства, системи телекомунікацій, як механізм зв'язки народу й влади. До цього слід додати так звані "інформаційні війни" і нові типи комп'ютерних мереж [12, с. 117]. У плані моделювання телекомунікаційних мереж, соціальних мереж і інших соціальних об'єктів зручні графові моделі і їх узагальнення [11, с. 48].

1.2 Способи та інструменти побудови математичних моделей

Для математичного моделювання будь-якої структури, об'єкта або процесу формується система понять. Внаслідок цього будь-яка значуща сторона об'єкта дослідження або його параметри набувають абстрактного виразу.

При дослідженні політичних процесів застосовують різні математичні моделі залежно від завдання, мети, об'єкта і предмета дослідження, наявних емпіричних даних та інших чинників. Об'єктами дослідження в конкретній політичній ситуації можуть бути великі суспільні чи соціальні групи, політичні інститути, політична комунікація, політичні сили та їх лідери, щодо яких застосовують специфічний дослідницький інструментарій і методи моделювання.

Математичні моделі політичних процесів поділяють на такі взаємозв'язані групи:

а) детерміновані моделі, які представлені, як правило, у формі рівнянь і нерівностей, що описують поведінку до сліджуваної системи;

б) моделі оптимізації, в яких потрібно досягти максимуму чи мінімуму для сформованих дослідником певних функцій при заданих обмеженнях;

в) ймовірнісні моделі, в яких характеристики політичних процесів мають ймовірнісний сенс, а пошук рішення заснований на максимізації середнього значення корисності [33, с. 179].

Сутність процесу моделювання полягає у здійсненні певних операцій над отриманими та введеними символічними виразами.

Математичне моделювання – заміщення реального об'єкта політичної дійсності штучно створеним об'єктом (моделлю), який повторює найвагоміші сторони реального досліджуваного об'єкта.

Завданням математичного моделювання політичних процесів є аналіз широкого класу політичних процесів і зведення їх до порівняно невеликої кількості математичних моделей та формування сукупності сценаріїв імовірного розвитку політичних подій, а також розроблення способів вибору оптимальних політичних рішень.

Теорія ігор є математичним описом процесів узгодження інтересів між політичними суб'єктами, способом оптимізації комунікацій між ними для моделювання, прийняття політичних рішень. Політичні сили мають

узагальнену назву політичних гравців чи політичних агентів. Завданням теорії ігор є розроблення політичних механізмів і технологій для узгодження інтересів політичних гравців та прийняття оптимальних політичних рішень.

Теорія оптимізації ґрунтується на застосуванні математичного апарату для визначення екстремуму – максимуму чи мінімуму – функцій, які називають цільовими.

Одним із напрямів математичного моделювання політичних процесів є знаходження явного виразу для цільової функції, а також її перевірка відповідності даному класу політичних процесів.

Теорія прийняття політичних рішень ґрунтується на гіпотезі про раціональну поведінку політичного гравця. Сутність цієї гіпотези полягає в тому, що політичний гравець вибирає саме те рішення, яке відповідає максимуму його цільової функції, тобто є виграшним.

У сучасних математичних моделях політичних процесів теорія оптимізації та теорія прийняття рішень відіграють підпорядковану роль: вони є своєрідними етапами при використанні теорії ігор як базової моделі.

Традиційно застосовуваний у політологічній науці системний підхід до аналізу категорії "політична система" потребує вдосконалювання за допомогою залучення принципів і методу моделювання, що дозволить розширити прогностичні можливості сучасного наукового знання.

Застосування системного й математичного значення методологічних підходів до аналізу політичних процесів і явищ дозволяє сучасній науці вийти на рівень прогностичного осмислення перспектив розвитку політичного простору, можливостей його адаптації до зовнішніх і внутрішніх факторам.

Побудова нелінійних моделей політичних процесів широко застосовується в рамках вивчення виборчих технологій і політичних партій, політичного процесу, аналізу революційних трансформацій і ін. Разом з тим, застосування даної методики без достатньої концептуальної бази знижує

можливості прогнозування політичних процесів. Основною причиною ситуації, що склалася, на думку О.Ф. Шаброва, є специфічність об'єктів соціально-політичної сфери: їх рухливість, складний склад, неоднорідність. Це породжує необхідність при побудові інтуїтивних політичних моделей керуватися сценарним підходом і якісними методами [31, с. 18].

У науці сформувався наступна класифікація соціально-політичних моделей [27, с. 120]:

а) моделі – концепції, засновані на виявленні й аналізі загальних закономірностей і представленні їх у вигляді когнітивних схем, що описують логічні зв'язки між різними факторами, що впливають на політичні процеси (І. Валлерстайн, Д. Істон, Г. Алмонд й ін.). Такі моделі відрізняються високим ступенем узагальнення й мають винятково логічний, концептуальний характер;

б) приватні математичні моделі імітаційного типу, присвячені опису конкретних політичних подій і процесів (П. Бурдье, Т. Скокпол). У подібних моделях основна увага приділяється обліку й опису факторів і процесів, що описують вплив на явища, які розглядають;

в) математичні моделі, що є проміжними між двома зазначеними типами. Ці моделі описують кілька політичних процесів. Їхнім завданням є виявлення базових закономірностей процесів, що характеризують протікання, розглянутого виду (С.Ю. Малков, В.В. Лебедев).

Ключові ідеї в області математичного моделювання складні нелінійних систем належать Т. Нейману, О. Моргенштерну, Л. фон Берталанфі, І. Пригожину, Г. Хакену, Н.Н. Моисєєву, В.В. Воробйову та ін. Моделювання динаміки нелінійних систем проводиться на основі використання багатомірних диференціальних рівнянь. Беручи до уваги складність і суб'єктивність політичних процесів і явищ, найбільш ефективним механізмом їх моделювання виступає моделі – концепції (або аналогові моделі). Вони заміщають досліджуваний об'єкт видимим аналогом, який поводить як реальний об'єкт, але не виглядає як такий.

Основою створення такої моделі політичної системи є логічний опис принципів функціонування системи, процесів її самоорганізації й еволюції з обліком конкретно – історичних умов, які склалися [1, с. 230].

Політична влада являє собою компонент політичної системи, оскільки вона акумулює суспільну думку й переводить його на мову політичних рішень. Визначаючи зміст поняття, ми зупинимося на системній і структурно-функціональній концепціях влади. Влада являє собою особливу інтегративну властивість соціальної системи, що має за мету підтримку її цілісності, координацію загальних колективних цілей з інтересами окремих елементів, а, що також забезпечує функціональну взаємозалежність підсистем суспільства на основі консенсусу громадян і легітимізації лідерства. Політична влада виконує завдання підтримки стабільності функціонування параметра порядку політичної системи [20, с. 100].

Під політичними інститутами ми розуміємо формальні й неформальні угоди між людьми, які отримали статус суспільної думки, дія яких регулюється застосуванням певних правил у процесі прийняття політичних розв'язків. Джерелом формування інститутів повинні виступити суспільні структури, що надають їм легітимний статус. Найбільш впливовими політичними інститутами повинні стати різні форми самоорганізації громадян і суспільства в цілому. У той же час, політична влада як організуючий компонент політичної системи, покликана створювати окремі формально-правові інститути, що підтримують розвиток різних форм самоорганізації суспільства, але, що не втручаються в їхню життєдіяльність, такі як уряд, парламент, судова система, політичні партії, державна служба, збройні сили, місцеве управління, суспільно-політичні організації та ін.

Політичні організації як елемент політичної системи поряд з політичними інститутами виконують функцію цілепокладання стосовно суспільної думки, але на відміну від інститутів, можуть являти собою самостійний параметр порядку, що конкурує або взаємодіє з суспільною думкою. Громадські організації, групи тиску, політичні партії втілюють у

своїй діяльності процес соціальної творчості, виробляють нові форми суспільної життєдіяльності.

1.3 Способи та методи математичного моделювання політичного суперництва

При побудові математичних моделей у природних і технічних науках використовуються фундаментальні закони природи, варіаційні принципи, різного роду аналогії. Нерідко буває корисним також застосування ієрархічних і феноменологічних підходів.

Динамічна модель конкуренції між політичними силами.

У якості прикладу розглянемо математичну модель політичного суперництва [17, с. 155], присвячену опису, що відбувається у владній еліті боротьби конкуруючих (але не обов'язково антагоністичних) політичних сил, наприклад, галузей влади. Передбачається, що кожна зі сторін має уявлення про "кількість" влади, яке ця сторона прагнула б мати сама, і про "кількість" влади, яке вона прагнула б мати для партнера. З метою побудови математичної моделі формулюється поведінкова гіпотеза, що виходить з наступних припущень:

а) кожний з партнерів поводить ся таким чином, щоб реалізувати свої уявлення про бажаний рівень влади як для себе, так і для конкурента [34, с. 34];

б) інтенсивність дій кожного з партнерів визначається пропорційно трьома факторами:

- 1) різниці між бажаною й поточною кількістю влади;
- 2) самою цією поточною кількістю влади;
- 3) компетентному властолюбству відповідного партнера (тобто бажанню, підкріпленому відповідними ресурсами, досвідом, інтелектом та ін.).

Модель вибору позиції соціальною спільнотою.

Наступний приклад – соціально-психологічна гіпотеза, що лежить в основі моделі вибору позиції соціальною спільністю [32, с. 48]. Вивчається динамічний процес вибору етнічною, конфесіональною або іншою спільнотою позиції при альтернативі "за, проти, нейтрально" стосовно значимого для неї питання – політичному, економічному, етичному, релігійному і т.д. Основними величинами в моделі є мінливі в часі чисельності прихильників кожного з варіантів, а також "нейтралів". Вводиться ключове для даної моделі поняття соціально-політичного потенціалу (СПП) члена спільноти, тобто його готовність робити вчинки на користь обраної позиції. Ці вчинки є стимулами для формування позиції інших членів електорату, причому процес, по припущенню моделі, відбувається у відповідності з наступною соціально-психологічною гіпотезою:

а) член соціальної спільноти здійснює свій вибір шляхом наслідування, зчитуючи позитивні й негативні стимули в ході спілкування зі своїми сусідами по спільноті;

б) стимулами, що визначають вибір, є величина різниці між прихильниками й супротивниками даної позиції в цей момент, величина швидкості зміни цієї різниці в часі [34, с. 65] [15, с. 45].

Позначимо через $x(t)$ чисельність прихильників точки зору "за", через $y(t)$ – чисельність прихильників точки зору "проти" і через $z(t)$ – нейтралів. Із часом чисельність кожної з категорій може змінюватися, зокрема – через переходи членів спільноти з однієї категорії в іншу, при цьому передбачається, що всі інстанції одного рівня реалізують однакову кількість влади.

Позначимо через $x \in [0, l]$ положення інстанції в ієрархії, при цьому $x=0$ відповідає вищій інстанції, а $x=l$ – нижчій. Кількість влади, що реалізована інстанцією ієрархічного рівня x у момент часу t , позначимо $p(x,t)$, а кількість інстанцій у рівні – $n(x)$. Із часом відбувається як

перерозподіл влади між інстанціями, так і зміна кількості влади в інстанціях під впливом громадянського суспільства. [26, с. 151]

Основна поведінкова гіпотеза (так званий ієрархічний постулат) формулюється в такий спосіб:

В ієрархії влада може передаватись тільки від інстанцій з більшою поточною владою до інстанцій з меншою поточною владою (причому швидкість передачі тим більше, чим більше різниця між значеннями поточної влади в інстанціях). У конкретизованому виді основний ієрархічний постулат є політологічним аналогом законів Фур'є та Фіка. Інша важлива гіпотеза – це припущення про законослухняність інстанцій ієрархії [14, с. 58].

Дослідження системи "влада – суспільство" на основі побудованої моделі є одним з актуальних напрямків математичного моделювання політичних процесів. При цьому в цей час розглядаються, в основному, більш складні моделі, кожна з яких формулюється як відповідна надбудова над базовою моделлю.

Модель корумпованої владної ієрархії, тобто замість гіпотези про законослухняність інстанцій розглядається ієрархія, у якій "закон збереження влади (на відміну від закону збереження енергії в моделях механіки й термодинаміки)" не виконується. У рамках досліджень по цьому напрямкові математично формалізовані такі поняття, як корупція, ступінь корумпованості, збиток від корупції, вартість і ефективність її придушення [14, с. 82].

При цьому вводиться додаткова гіпотеза: корупціонер не знає про те, чи корумповані (і наскільки) інші інстанції ієрархії. Основний напрямок дослідження моделей корумпованих ієрархій – це порівняльний аналіз ефективності стратегій придушення корупції. Проведені обчислювальні експерименти з моделлю, з їхньою допомогою, зокрема, показано, що в рамках фіксованого антикорупційного ресурсу існують більш і менш ефективні макростратегії придушення корупції.

Інший напрямок розвитку моделі "Влада–Суспільство" пов'язан із гіпотезою про те, що суспільна свідомість може мати біполярний характер, при якому існують два стійкі розподіли влади. Одне з них відрізняється більшою, а інше – меншою кількістю влади в кожній з інстанцій ієрархії [6, с. 4].

У рамках досліджень по цьому напрямку, зокрема, запропоновані змістовні інтерпретації ходу деяких політичних процесів, що дають можливість їх аналізу й прогнозу. Дані інтерпретації являють собою типові зразки взаємодій у системі " влада – суспільство", тобто "побудови владної вертикалі", утворення розподілів влади, характерних для децентралізованої конфедерації, еволюція стійких і нестійких режимів функціонування системи при коливаннях реакції громадянського суспільства і т.д. [21, с. 80]

При дослідженні системи "влада – суспільство" виділяються поведінкові гіпотези, що лежать в основі базової моделі, а також спектр гіпотез, що породжують спектр моделей, кожна з яких є надбудовою над базовою моделлю.

Моделювання у політично-вибірковій сфері. Для розв'язання завдань дослідження вчені застосовують різні моделі прикладного моделювання. Також важливу роль відіграють динамічні моделі, які моделюють розвиток деякого процесу в часі. Прикладом динамічних моделей є модель Річардсона. Оскільки Першій світовій війні передувала гонка озброєнь, Річардсон звернувся до розгляду цього явища. Завдяки своїм заняттям фізикою він був добре знайомий з диференціальним численням, які використав при моделюванні динамічних процесів. Гонка озброєнь, міркував він, теж є динамічним процесом і може бути приблизно описана за допомогою математичної моделі [8, с. 20].

Спробувавши десятки складних математичних формул, Річардсон, зрештою, зупинився на відносно простій моделі, що враховує дію всього лише трьох факторів. Перший з них полягає в тому, що держава X відчуває наявність військової погрози з боку супротивника – держави Y . Чим

більшою кількістю озброєнь розташовує Y , тим більше озброєнь захоче придбати X у відповідь на сприйману нею погрозу. Однак, у той же самий час держава X змушена вирішувати й насущні соціальні завдання, і не може перевести всю економіку на військове виробництво. Отже, чим більшою кількістю озброєнь володіє X , тим менше додаткових озброєнь вона зможе придбати через існуючий тягар витрат. Також, на думку Річардсона, існують і минулі образи, що впливають на загальний рівень озброєнь.

Важливість моделі Річардсона полягає в її автономності: якщо вам відомі значення коефіцієнтів і рівні озброєнь держав X і Y в якомусь році, ви можете за допомогою цієї моделі прогнозувати величину рівня озброєнь у будь-якому наступному році. Це надає моделі здатність прогнозувати майбутнє, і Річардсон сподівався, що якщо політики зможуть пророкувати наближення війни, то вони зможуть навчитися й запобігати їй. Однією з найважливіших характеристик моделі Річардсона є стабільність. У найпростішій формі стабільність визначається тим, якими – прискореними або вповільненими – темпами розвивається гонка озброєнь [13, с. 306].

Наприкінці 70-х років ХХ сторіччя М. Уоллес виявив, що нестабільність гонки озброєнь тісно корелює з війною. Використовуючи трохи більш складне, однак, засноване на моделі Річардсона визначення гонки озброєнь, М. Уоллес виявив, що з 28 серйозних міжнародних конфліктів, що супроводжувалися гонкою озброєнь у період з 1816 по 1965 рр., 23 завершилися війною. А з 71 конфлікту, які не засновані на гонці озброєнь, тільки 3 перейшли у війну. Модель Річардсона, є однією з динамічних моделей [13, с. 307].

Після Другої світової війни математичний підхід став використовуватися для вирішення проблем, пов'язаних з військовими діями і контролем над озброєнням. Так, наприклад, Сааті Томас, займаючись дослідженням питання про можливість ядерної війни і подальших подій у цьому напрямку (чи можливе її закінчення на початковому етапі при мінімальних руйнуваннях), створює свою динамічну модель ядерної війни.

Аналіз цієї моделі дозволяє зробити деякі висновки про те, як починаються війни, як вони протікають і як закінчуються. Модель визначає співвідношення ракет, яке з великою часткою ймовірності не призведе до війни. Залежно від умов, визначається оптимальна стратегія для нападаючої сторони: нанести по основним центрам противника або рішучий тотальний удар, або контрольований тотальний удар.

Томас Л. виділяє три класи математичних моделей:

а) детерміновані (описані) моделі, представлені у формі рівнянь або нерівностей, що описують поведінку системи;

б) моделі оптимізації (нормативні) моделі, що містять вирази, представлені в алгебраїчному, диференціальному або інтегральному вигляді, які необхідно максимізувати або мінімізувати;

в) імовірнісні моделі, які також виражаються у формі рівнянь або нерівностей, але мають імовірнісний сенс, наприклад, в них може йти мова про математичних очікуваннях [25, с. 29].

Запропоновані Сааті математичні моделі можуть бути застосовні до опису будь-якого соціально-політичного явища або процесу.

Математичний опису конфліктної взаємодії з часом був наповнений новими дослідженнями та концепціями, зокрема, теорією ігор. Модельні описи створювалися з метою вибору оптимального варіанту регулювання можливого розвитку конкретної конфліктної ситуації.

Важливе місце моделювання конфлікту займає в Єдиній теорії конфлікту В. Светлова, яка заснована на системному аналізі, доповненому елементами теорії графів, теорії ймовірностей, динамічного аналізу та теорії ігор.

За логічними рівнями моделі поділяються на макро- і мікромоделі. Залежно від способу опису об'єкту моделі, останні є кількісні та якісні. За відношенням до реальності розрізняють моделі даного, можливого і бажаного стану системи. Перші використовуються при дослідженні властивостей реально існуючого об'єкту. Моделі другого і третього типу

формується при необхідності врахувати можливі зміни заданого об'єкту під впливом різних обставин.

1.4 Висновки до розділу 1

Отже, важливою особливістю і перевагою математичного моделювання є те, що воно дозволяє різним науковим дисциплінам обмінюватися своїми засобами і прийомами. Так, моделі корисні тим, що здатні побачити глибинну однорідність явищ, яка може бути не доступна для інших засобів.

До того ж модель реальної політичної ситуації дозволяє отримати такі позитивні ефекти: По-перше, модель є дешевою і доступною порівняно з оригіналом, отже, зменшуються витрати на дослідження. По-друге, модель набагато компактніша за оригінал, що наочно виявляється в математичних і, взагалі, знакових моделях. З таких компактних елементів можна побудувати надзвичайно складні наукові теорії, які при традиційних методах практично неможливі. По-третє, з моделлю на відміну від оригіналу, можна проводити експерименти.

Математичне моделювання стає все більш значущим, і дослідники знаходять його досить ефективним для вивчення політичних процесів. Перш за все, воно застосовується для дослідження і супроводу процесу ухвалення рішень. Моделювання дозволяє визначати механізми розвитку політичного процесу, допомагає орієнтуватися в складному електоральному процесі, а також знаходити зв'язки між елементами процесу, недоступні іншим методам вивчення політичного процесу.

Таким чином, основні підходи до практичного вивчення політичних процесів, зокрема – політичних конфліктів пов'язані з дослідженням причин і функцій даного феномену, динаміки конфліктної поведінки і спробами побудови, виходячи із загальної теорії конфлікту. Тим самим, можна

говорити, про побудову ґрунтового методологічного та загальнотеоретичного фундаменту для моделювання конфліктів за допомогою виявлення загальних структурних і динамічних показників та індикаторів.

2 ПРАКТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПОЛІТИЧНОГО СУПЕРНИЦТВА

2.1 Аналіз основних математичних моделей політичного суперництва

До теперішнього часу у світі розроблена величезна кількість моделей політичного суперництва. Вони беруть до уваги різні варіанти дій виборців, стратегічна поведінка кандидатів і груп впливу, а також систему голосування, бюджети кандидатів і т.д. Різні моделі приводять до різних рівноваг Неша – ситуаціям, у яких жодному політичному агенту не вигідно в односторонньому порядку міняти власну стратегію поведінки.

Приведемо ключові моделі політичного суперництва й зробимо відповідні висновки:

а) модель Хотеллінга–Даунса [35, с. 41].

В 1957 році Ентоні Даунс припустив, що кандидати формулюють політику для того, щоб виграти вибори, а не програють вибори для того, щоб формулювати політику, і на основі цього побудував базову модель політичного суперництва. Її передумовами є наявність двох кандидатів, що однократно вибирають позиції y_1, y_2 в одновимірному політичному просторі $S \subset R$ з метою перемоги на виборах, а також "чесних" (голосуючих за найбільш близьку програму) виборців $v \in S, i=1, \dots, n$ (для спрощення будемо вважати, що їх число – непарне), що мають однопівкові переваги. Останнє означає, що функція виграшу кожного виборця $U_i(v_i)$ задовольняє умові:

$$\forall y_1 < y_2 < v_i, v_i < y_2 < y_1, U_i(v_i) > U_i(y_2) > U_i(y_1) .$$

Слід помітити, що Даунс фактично перевів у площину політичного суперництва модель лінійного міста Гарольда Хотеллінга (Hotelling, 1929).

Відмінність полягає в інтерпретації: замість просторової диференціації товару ми спостерігаємо диференціацію платформ у заданому політичному просторі. Зокрема, Е. Даунс у якості альтернативи розглядав ставку оподаткування й, як наслідок, обсяг фінансування суспільних благ. "Праві" виборці з більш високим доходом віддадуть перевагу більш низькій ставці, і навпаки.

Модель Даунса приводить до простого результату – якщо виборці впорядковані $v_1 \leq \dots \leq v_N$, то при будь-якому парному виборі перемагає кандидат, що вибрав позицію медіанного виборця:

$$y_1^* = y_2^* = v_{(N+1)/2}.$$

Однак зазначений підхід частково враховує наступне:

1) підтримка кандидатом певної ідеології. Незважаючи на припущення, що метою кандидатів є винятково перемога на виборах, можуть існувати (Wittman, 1983) і кандидати, що стоять на своїх певних позиціях [38, с. 145];

2) двоетапні вибори. Спочатку кандидат бореться за висування від партії й тільки потім за перемогу. Щоб добитися висування, кандидат повинен зміщатися до партійної медіани. Необхідність же виграти самі вибори вимагає курсу до медіани всього населення. Джеймс Колман показав (Coleman, 1971), що при цьому виникає гра Курне, де точка рівноваги розташовується між медіанами партії й населення [34, с. 36];

3) "Байдужість" і "відчуження" – неучасть у голосуванні частини виборців, якщо платформи кандидатів дуже близькі одне до одного або далекі від позиції виборця;

4) багатомірна шкала переваг, при якій наявність рівноваги стає практично неймовірною подією;

5) мінлива "валентність" кандидатів. Зокрема, валентність може визначатися розмірами витрат на виборчу кампанію, тим більшими, ніж ближче перебувають платформи кандидатів.

Розглянемо останні три причини більш докладно.

б) "Байдужість" і "відчуження".

Формалізуємо обидва поняття. "Байдужість" означає, що виборець приходить на вибори тільки тоді, коли $|U_i(y_1) - U_i(y_2)| > \varepsilon_i$. А якщо ні, то позиції кандидатів настільки близькі, що голосування перестає представляти яку-небудь цінність.

"Відчуження" пов'язане з тим, що виборець вирішує голосувати тільки тоді, коли $U_i(v_i) - U_i(y_j) < \delta_i, j = \{1, 2\}$. А якщо ні, то навіть найближчий кандидат перебуває настільки далеко від його позиції, що голосування за нього мало ймовірно.

Також має місце факт істотного зменшення явки після скасування голосування "проти всіх".

в) багатомірна шкала переваг.

Найбільш серйозною претензією до моделі Е. Даунса є те, що на практиці важко уявити собі одномірну шкалу переваг. Як мінімум, слід розрізняти відношення до політичних і економічних свобод. Дійсно, можливий увесь спектр поглядів: від фашистських $(-1; 1)$ до соціал-демократичних $(1; -1)$ і від комуністичних $(-1; -1)$ до лібертаріанських $(1; 1)$. За великим рахунком необхідно враховувати також такі фактори як права людини, податки, пенсії, протекціонізм, екологічні проблеми, а також десятки інших факторів. [37, с. 790]:

Теорема Плотта. Рівновага в багатомірному просторі існує тоді й тільки тоді, коли позиції всіх виборців лежать на прямих, що перетинаються в одній медіанній точці, де є свій виборець.

Наведену теорему можна проілюструвати графічно. Точками у двовимірному просторі позначають виборців.

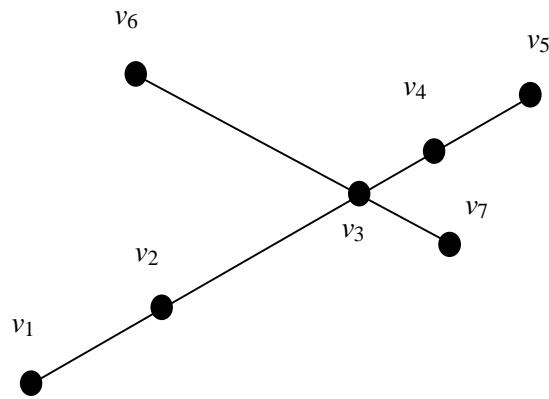


Рисунок 2.1 – Ілюстрація до моделі Плотта

г) відкрита множина.

У роботі Міллера було введено поняття "відкритої множини". Так називається множина усіх точок у середині множини здійснених альтернатив S , таких що для будь-якої іншої альтернативи z з множини S або виконується умова $y > z$, або існують деякі альтернативи $x \in S$, для яких виконується умова $y > x > z$.

д) імовірнісні моделі [28, с. 65].

Ще один спосіб пояснити стабільність політичного процесу – перехід до імовірнісного голосування. Основним припущенням усіх імовірнісних моделей є те, що ймовірність голосувати за кандидата збільшується при наближенні до позиції виборця, однак не росте стрибкоподібно. У детерміністській моделі виборець A завжди голосує за кандидата P_1 , якщо кандидат P_2 перебуває за межами зображеного кола, і завжди голосує за кандидата P_2 , якщо той перебуває усередині. У нових моделях імовірність голосувати за P_2 уздовж променя Az (рис.2.2) монотонно зменшується від одиниці до нуля, однак ніякого стрибкоподібного переходу не спостерігається.

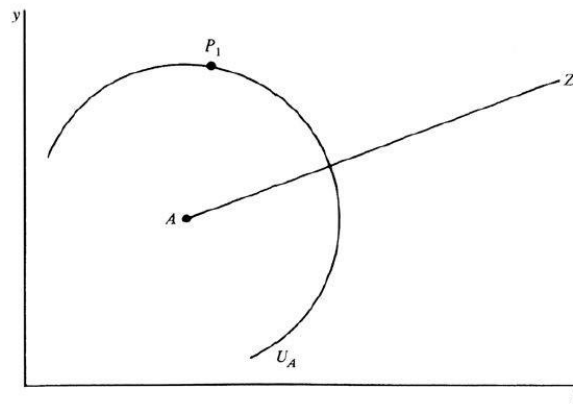


Рисунок 2.2 – Два види реакції виборця на позицію кандидата

Можна привести досить багато причин, за якими імовірнісне голосування є більш адекватним реальності, чим детерміністське, а саме:

1) вплив на вибір випадкових подій. Будь-який виборець може зробити вибір під впливом моменту або деяких неідентифікованих факторів;

2) відсутність у виборця повної інформації щодо позицій кандидатів і відсутність довіри до того, що позиції, що заявляються ними, є дійсними.

3) неможливість для виборця точно оцінити власну ідеальну точку;

4) належність виборця до певної групи за професійною ознакою, соціально-демографічні характеристики впливають на його вибір;

5) виборці в цілому частіше голосують за більш привабливих (більш чесних, більш харизматичних, більш досвідчених) політиків незалежно від їхньої політичної платформи. При цьому найчастіше більш високий рівень досягається рекламою або використанням адміністративного ресурсу [29,с. 222].

Формалізуємо модель. Позначимо U_{i1} і U_{i2} – вигоди i -виборця від перемоги на виборах 1-го й 2-го кандидатів. Прикладом такої функції вигоди може бути функція $U_{ij}(y_j) = Z_j - \varphi(\|v_i - y_j\|)$. Нехай π_{i1} , $\pi_{i2} = 1 - \pi_{i1}$ – імовірності голосування i -виборця за 1-го й 2-го кандидатів. У детерміністській та імовірнісній моделях вони будуть рівні відповідно

$$\pi_{i1} \begin{cases} 0, U_{i1} < U_{i2}, \\ \frac{1}{2}, U_{i1} = U_{i2}, \text{ та } \pi_{i1} = f_i(U_{i1}, U_{i2}), \frac{\partial f_i}{\partial U_{i1}} > 0, \frac{\partial f_i}{\partial U_{i2}} < 0. \\ 1, U_{i1} > U_{i2} \end{cases}$$

Останнє означає, що ймовірність голосувати за даного кандидата росте зі збільшенням виграшу виборця від його перемоги та зменшенням виграшу від перемоги конкурента.

Кожний кандидат відповідно до припущення Даунса буде максимізувати математичне очікування числа голосів, поданих за нього всіма виборцями:

$$E(y_1) = \sum_{i=1}^n \pi_{i1}(U_{i1}(y_1), U_{i2}) \rightarrow \max_{y_1},$$

$$E(y_2) = \sum_{i=1}^n \pi_{i2}(U_{i1}, U_{i2}(y_2)) \rightarrow \max_{y_2}.$$

При цьому результат буде залежати від того, аддитивні або мультиплікативні функції виграшів виборців.

Якщо на підтримку виборцем даного кандидата впливає різниця значень функцій виграшу:

$$\pi_{i1} = f_i(U_{i1} - U_{i2}),$$

і при цьому імовірнісна реакція всіх виборців на відмінності між очікуваними виграшами однакова, боротьба за голоси спонукує кандидатів вибирати програми, що максимізують функцію суспільного добробуту Бентама $W = U_1 + U_2 + \dots + U_n$. При різній реакції виборців максимізується (Ledyard, 1984) зважена функція суспільного добробуту Бентама [36, с. 32].

Якщо виборці оцінюють корисності мультипликативно, і ймовірність підтримки кандидата залежить від співвідношення вигащів:

$$\pi_{i1} = f_i \left(\frac{U_{i1}}{U_{i2}} \right),$$

то максимізується функція суспільного добробуту Неша $W = U_1 \cdot U_2 \cdot \dots \cdot U_n$ або, у випадку різної реакції виборців, її зваженого аналогу.

е) Моделі з мінливою валентністю.

На першому етапі кандидати вибирають платформи y_1 і y_2 , які згодом уже не змінюються. На другому – вибираються бажані валентності ("рекламні ваги") Z_1 і Z_2 , що обумовлені розмірами витрат за виборчі кампанії $C(Z_1)$ і $C(Z_2)$. Функції витрат при цьому задовольняють наступним умовам:

$$C(Z)' \geq 0, C(0)' = 0, C(Z)'' > 0.$$

Якісно це означає, що рекламою може досягтись будь-якого рівня валентність, крім цього, граничні витрати в нулі рівняються нулю (залучити першого виборця дуже легко), однак кожний наступний голос обходиться усе дорожче [28, с. 8].

На третьому етапі виборці голосують в умовах детерміністського голосування, виходячи зі своїх уподобань, порівнюючи корисності U_{i1} і U_{i2} . І нарешті, партії оцінюють свої вигащі. При перемозі й поразці вигащі становлять відповідно:

$$\pi_j = 1 - \alpha_C C(z_j) \text{ та } \pi_j = -\alpha_C C(z_j).$$

Тут коефіцієнт α_C означає значимість складової витрат у функції виграшу. Відзначимо, що навіть переможець може виявитися в програвші, якщо з метою перемоги затратить значні кошти.

Також може бути розглянута наступна варіація функції партійного виграшу:

$$\pi_j = \gamma - \alpha_C C(z_j),$$

де γ – частина виборців, що проголосували за партію.

Дійсно, навіть при мажоритарній системі є істотна різниця з погляду політичної перспективи, програти, набравши 40% голосів або 5% голосів [28,с. 9].

Причиною поляризації кандидатів у моделі з мінливою валентністю є різке збільшення витрат на рекламну кампанію у випадку близькості їх платформ. У той же час, якщо кандидати відособлені, кожен з них працює на своєму сегменті політичного ринку, і рекламні вкладення виявляються суттєво меншими. Продемонструємо дані тенденції на чисельному прикладі [28,с. 9].

Нехай континуум виборців рівномірно розподілений на відрізок $[0;1]$. Функції виграшу виборців залежать від валентності кандидата Z_j і відстані між позиціями:

$$U_{ij} = Z_j - (v_i - y_j)^2.$$

При цьому валентність кандидата визначається рекламними витратами:

$$C(Z_j) = \frac{Z_j^2}{2}.$$

Ваговий коефіцієнт α_C задамо рівним одиниці.

Відшукаємо критичного виборця \tilde{y} такого, що всі, що перебувають ліворуч від нього будуть голосувати за першого кандидата, а всі, що перебувають праворуч – за другого кандидата:

$$\begin{aligned} Z_1 - (\tilde{y} - y_1)^2 &= Z_2 - (\tilde{y} - y_2)^2, \\ Z_1 - \tilde{y}^2 + 2\tilde{y}y_1 - y_1^2 &= Z_2 - \tilde{y}^2 + 2\tilde{y}y_2 - y_2^2, \\ \tilde{y} &= \frac{y_1 + y_2}{2} + \frac{Z_1 - Z_2}{2(y_2 - y_1)}. \end{aligned}$$

Можна зробити висновок, що підтримка першого та другого кандидатів складає \tilde{y} та $(1 - \tilde{y})$ відповідно.

Аналогічну функцію можна виписати й для другого кандидата. Однак з міркувань симетрії можна зрозуміти, що результат буде в точності такої ж:

$$Z_1^* = Z_2^* = \frac{1}{2(y_2 - y_1)}.$$

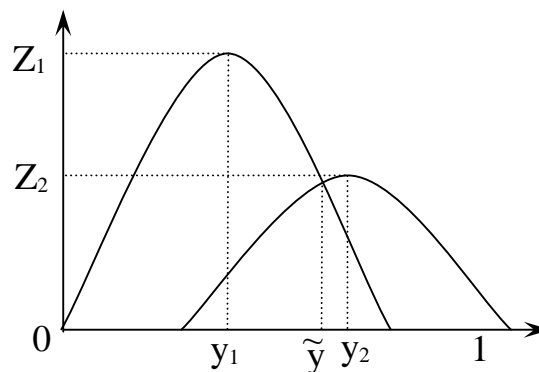


Рисунок 2.3 – Чисельний приклад

З отриманого виразу випливає, що чим ближче позиції партій, тим вище оптимальний рівень реклами. Знаючи про це, партії будуть обирати платформи, максимізуючі їх прибуток з урахуванням оптимального рівня рекламних вкладень.

2.2 Математична модель стратифікації суспільства та політичних партій

Розглянемо модель розвитку у часі t політичної системи, що складається з n груп чи партій. Нехай $u_i(t)$ – частка i -ї партії (групи), $u_0(t)$ – частка «байдужих» (партійно невизначених) громадян, так що

$$\sum_{i=0}^n u_i = 1.$$

Вважається, що зміна кожної партії пропорційна добутку її поточного значення (частки населення) та множника, що враховує супутні фактори:

$$\frac{du_i}{dt} = u_i \left[\alpha_i f(u_0) + \sum_{j \neq i}^n \mu_{ij} u_j - \beta_i v \right]. \quad (2.1)$$

Функція $f(u_0)$ характеризує приріст за рахунок людей, які не залучені до партії, α_i — відповідний параметр зростання. Доданки з коефіцієнтами μ_{ij} дозволяють врахувати міжпартійні перетікання. Останній доданок характеризує зміну частки партії за рахунок соціальної напруги $v(t)$.

У якості $f(u_0)$ можуть бути використані різні функціональні залежності, далі в основному розглядається квадратичний закон

$$f(u_0) = u_0(1 - u_0), \quad u_0 = 1 - \sum_{i=1}^n u_i, \quad (2.2)$$

що описує припинення надходження нових членів за відсутності безпартійних ($u_0 = 0$) та важкий початок організації партій ($u_0 = 1$).

Для коефіцієнтів μ_{ij} , що використовуються при описі міжпартійних перетікань, приймаються такі умови:

$$\mu_{ij} = -\mu_{ji}, \quad i, j = 1, \dots, n. \quad (2.3)$$

Ця умова означає, що при нульовій напруженості ($v = 0$) та нульовому числі «безготівкових» ($u_0 = 0$) сума партійних часток дорівнює одиниці у кожний момент часу. Передбачається, що частка тих, що переходять із однієї партії до іншої пропорційна чисельностям партій. Аналогічний член зустрічається в моделі Лотки – Вольтерри, і його вид пов'язаний із контактами між «хижаком» та «жертвою».

Доданки з коефіцієнтами β_i враховують зниження чи збільшення чисельності партії при зростанні напруженості. Модель припускає, що внаслідок зростання напруженості (наприклад, посилення міжпартійної боротьби) частина населення перестає підтримувати відповідну партію і стає байдужою.

Зміна напруженості регулюється множителем, що включає коефіцієнт релаксації γ , та доданками приросту, який пропорційний вазі партій з параметрами δ_i :

$$\frac{dv}{dt} = v \left[-\gamma + \sum_{j=1}^n \delta_j u_j \right]. \quad (2.4)$$

Розглядається модель, у якій враховується, що партії по-різному впливають на зростання напруженості. Прийнято, що напруженості немає при індивідуальній індиферентності населення, її спад можливий, якщо більшість суспільства входить у партію, яка слабо підживлює соціальну напругу.

У загальному випадку параметри зростання, релаксації та інші можуть бути функціями часу, тоді система (2.1)-(2.4) складатиметься з $n+1$ диференціального рівняння першого порядку із змінними коефіцієнтами.

а) Система для однієї партії.

При $n=1$ заміною змінних $\tau=t\alpha_1$ та $z=v\beta_1/\alpha_1$ модель (2.1), (2.4) приводиться до системи другого порядку відносно частки єдиної партії $x=u_1$, напруженості z із двома параметрами c, d :

$$\begin{aligned}\frac{dx}{d\tau} &= x[f(1-x) - z], \\ \frac{dz}{d\tau} &= z[-c + dx], \\ \text{де } c &= \frac{\gamma}{\alpha_1}, d = \frac{\delta_1}{\alpha_1}.\end{aligned}\tag{2.5}$$

Система (2.5) при $f(1-x)=1$ зводиться до моделі Лоткі–Вольтерри, з періодичними коливаннями чисельності партії ("жертва") і напруженості ("хижак"). Є сімейство, що заповнюють фазовий простір інтегральних кривих; амплітуда коливань залежить від початкового рівня напруженості й чисельності партії.

У випадку $f(1-x)=1-x$ виходить система, для якої:

- 1) у діапазоні $c > d$ стійкий стаціонарний розв'язок $x=1, z=0$ (усе населення в одній партії, повна мобілізованість, напруженості немає);
- 2) у діапазоні $c \leq d$ стійкий стаціонарний розв'язок $x=c/d, z=1-c/d$, що відповідає постійним рівням партійного залучення й напруженості ("застій"). Інших рівноваг або періодичних розв'язків немає.

Для $f(1-x) = x(1-x)$ буде модель, для якої:

- 1) у діапазоні $c \geq d$ стійкий стаціонарний розв'язок $x=1, z=0$ (усе населення в одній партії, повна мобілізованість, напруженості немає);
- 2) у діапазоні $d/2 < c < d$ стійкий стаціонарний розв'язок $x=c, z=a(1-c)$, що відповідає великому партійному представництву й постійному рівню напруженості;
- 3) при $c < d/2$ реалізуються періодичні коливання.

Таким чином, модель із однієї партією не допускає мультистабільності, кожному набору параметрів відповідає тільки один стійкий розв'язок [30, с. 1003].

б) система для двох партій.

При $n=2$ заміною часу ($\tau = t\alpha_1$) і напруженості $z = v\beta_1/\alpha_1$ можна зменшити число параметрів. У результаті виходить система трьох рівнянь відносно часток партій $x = u_1$, $y = u_2$ і z :

$$\begin{aligned}\frac{dx}{d\tau} &= x[f(1-x-y) + my - z], & f(w) &= w(1-y), \\ \frac{dy}{d\tau} &= y[af(1-x-y) - mx - bz], & & \\ \frac{dz}{d\tau} &= z[-c + d_1x + d_2y], & & \end{aligned} \quad (2.6)$$

де

$$m = \frac{\mu_1}{\alpha_1}, a = \frac{\alpha_1}{\alpha_1}, b = \frac{\beta_1}{\beta_1}, c = \frac{\gamma}{\alpha_1}, d_1 = \frac{\delta_1}{\alpha_1}, d_2 = \frac{\delta_2}{\alpha_1}.$$

Система (2.6) має рівновагу, що відповідає відсутності партій та нульовій напрузі: $x=y=z=0$. Причому ця рівновага нестійка і за ненульових початкових даних для x та/або y формується політична партійна структура.

Мультистабільність – співіснування розв'язків – виходить при відсутності перетікань ($m = 0$), коли є континуальне сімейство рівноваг:

$$x + y = 1, z = 0, \quad (2.7)$$

пов'язане з наявністю косиметрії на інваріантному підпросторі $z = 0$:

$$L = (ay, -x, 0). \quad (2.8)$$

Це сімейство містить рішення

$$x = 1, y = 0, z = 0 \text{ та } x = 0, y = 1, z = 0,$$

які є рівновагами й при ненульових значеннях параметра інтенсивності перетікання m . Цьому відповідає ситуація, коли все населення полягає в одній партії й напруженість дорівнює нулю [30, с. 1005].

Стійкість рівноваг у сімействі рівноваг (2.7) (нульовий рівень напруженості) визначається власними числами матриці лінеаризації:

$$\sigma_1 = 0, \sigma_2 = -a(1 - x) - x, \sigma_3 = -c + d_1x + d_2(1 - x).$$

Нульове значення σ_1 відповідає напрямку вздовжне сімейства рівноваг. Інші два власні числа залежать від континуального номеру рівноваги на сімействі $x \in [0, 1]$, при цьому $\sigma_2 < 0$. Якщо коефіцієнти задовольняють нерівностям $c < d_2 - a$, $d_2 < c < 1 + d_1$, то при будь-яких припустимих значеннях $0 \leq x \leq 1$ усі рівноваги сімейства будуть стійкі. При $a = 1$ і $d_1 = d_2$ спектр стійкості членів сімейства однаковий. Це відповідає однаковому впливу обох партій на владу.

Якщо перетікань немає ($m = 0$) і виконана умова $a = b$, то в системі (2.6) також є сімейство рівноваг

$$d_1x + d_2y = c, z = f(1 - x - y). \quad (2.9)$$

У випадку ненульових m сімейство (2.9) руйнується, але залишаються рівноваги, що відповідають ситуації виживання тільки однієї партії при стаціонарному рівні напруженості.

$$x = \frac{c}{d_1}, z = f\left(1 - \frac{c}{d_1}\right), \text{ та } y = \frac{c}{d_2}, z = \frac{a}{b}f\left(1 - \frac{c}{d_2}\right).$$

Оскільки при $m=0$ і $\delta = 0$ ($a=b$) система є косиметричної, то в залежності від початкових даних можуть реалізуватися різні сценарії диференціації партій. На рис. 2.4 та 2.5 представлені графіки залежності від часу часток партій x , y і напруженості z при наступних значеннях параметрів: $a = 1.5$, $c = 0.6$, $d_1 = 0.5$, $d_2 = 1.4$. Початкові значення для y і z були фіксовані, мінялася початкова величина x .

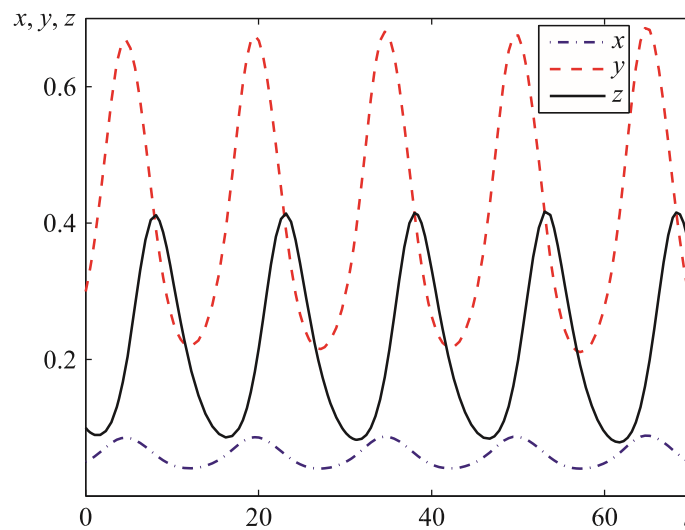


Рисунок 2.4 – Графіки залежності від часу часток партій x , y і напруженості z для рішення із сімейства граничних циклів;

початкові дані: $x(0) = 0.05$, $y(0) = 0.3$, $z(0) = 0.1$;

параметри: $a = 1.5$, $c = 0.6$, $d_1 = 0.5$, $d_2 = 1.4$

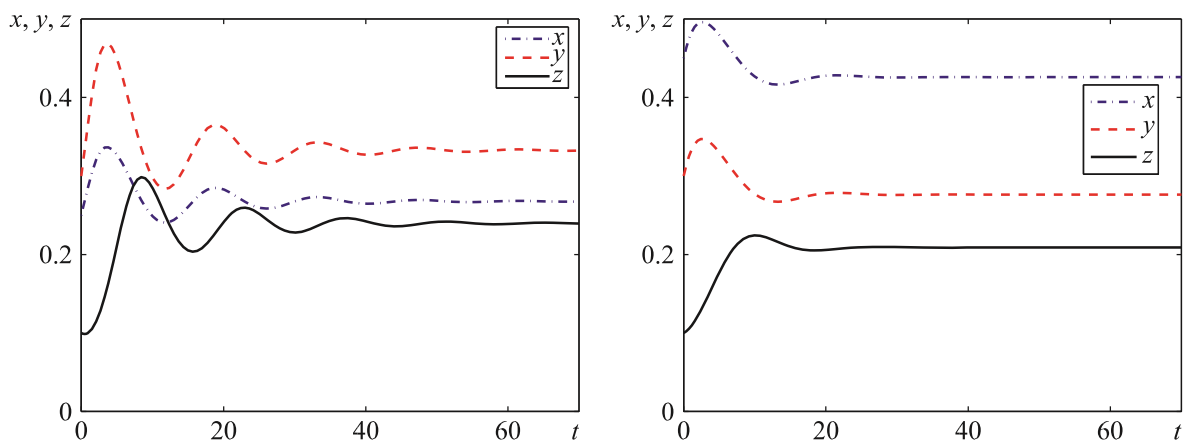


Рисунок 2.5 – Встановлення до рівноваги із сімейства (9) для різних значень

$x(0)$, $y(0)$, $z(0)$

При малих стартових частках партії x формуються граничні цикли, коли періодично міняються частки партій і рівень напруженості. Видно, що зміна часток партій x і y синхронізовані, а ріст напруженості йде за досягненням партійних максимумів. За цим відбувається зниження партійних часток і збільшення числа безпартійних [30, с. 1006].

Для початкових значень x і y також у результаті встановлення відбувається коливальний вихід на стаціонарні режими, що належать сімейству (2.9).

При малих початкових y , z і великих значеннях x відбувається зниження напруженості до нуля й відбувається формування стаціонарного стану з перевагою партії x , тобто реалізується одне з рівноваг сімейства $x+y=1, z=0$.

Фазові портрети трьох циклів із сімейства коливальних режимів наведені на рис. 2.6. Збільшення амплітуди коливань відповідає зменшенню частки партії x .

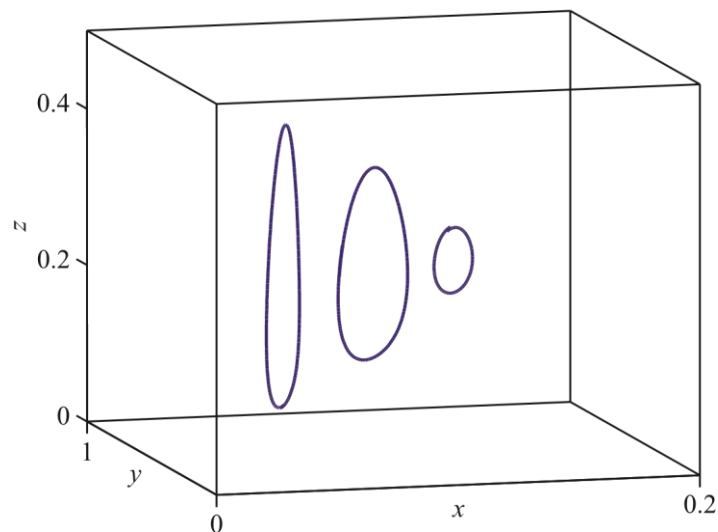


Рисунок 2.6 – Три граничні цикли із сімейства; $a=1.5, c=0.6, d_1=0.5, d_2=1.4$

в) рішення при можливості партійних перетікань.

Для дослідження руйнування сімейств рівноваг використовуємо побудову косиметричного дефекту й селективної функції [Юдович, 2004]. При ненульових перетіканнях ($m \neq 0$) одержуємо косиметричний дефект (добуток векторів правої частини системи й косиметрії):

$$D = xy[m(ay + x) + (a - b)z].$$

Для сімейства $x+y=1$, $z=0$ у якості параметра обирався x : тоді $y=1-x$, і з попереднього дефекту отримуємо селективну функцію

$$S(x) = mx(1-x)(a - ax + x).$$

Наявність перетікань приводить до того, що при $a \neq 1$ селективна функція має три корені: два збігаються з рівновагами рішень сімейства (2.8) відповідними до перемоги однієї з партій при нульовій напруженості. Третій розв'язок не має змісту, тому що дає чисельності партій різних знаків. Таким чином, при наявності партійних перетікань, незалежно від їхнього напрямку ($m \neq 0$), косиметрія руйнується.

Підстановкою параметричного представлення сімейства в косиметричний дефект D виходить селективне рівняння відносно x . Його розв'язками є $x=0$ і $x=c/d_1$, а крім того, можливий розв'язок з ненульовими x , y , z [30, с. 1007].

При фіксованих параметрах $a = 1.5$, $c = 0.6$, $d_1 = 0.5$, $d_2 = 1.4$ динаміка системи аналізувалася залежно від параметрів m і $\delta=b-a$. На рис. 2.7 дана карта для параметрів m , $\delta=b-a$. Цифрами відзначені деякі значення, при яких реалізуються різні режими. Пунктирні лінії відповідають значенням параметрів, при яких система є косиметричною: $m=0$ і $\delta=0$ ($b=a$). Між кривою і прямою $m=0$ перебуває область значень параметрів, при яких існують рівноваги з ненульовими координатами x , y , z , тобто є стаціонарний стан з ненульовими численностями обох партій і напруженістю. Ці рівноваги стійкі при $m < 0$ і нестійкі при $m > 0$. Наприклад, цифрі 2 ($m=-0.06$, $\delta=0.3$) відповідає рівновага з координатами $(0.4936, 0.2523, 0.1744)$ і спектром стійкості $(-0.0248, -0.2020 \pm i0.3189)$, а цифрі 5 ($m=0.08$, $\delta=-0.3$)

відповідає рівновага $(0.4426, 0.2705, 0.2262)$ зі спектром $(0.0290, [0.1953 \pm i0.3590])$.

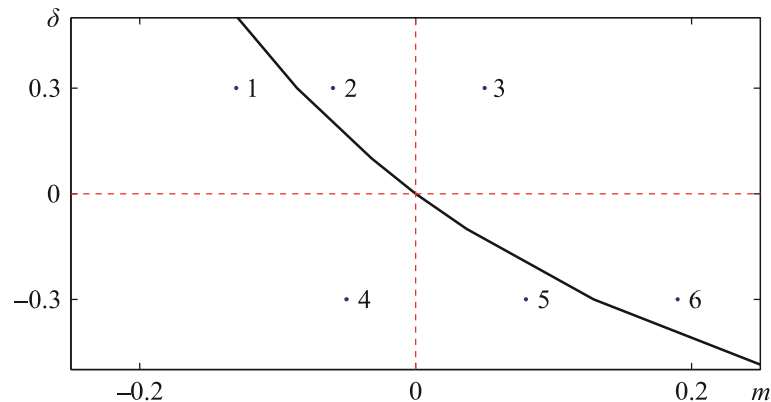


Рисунок 2.7 – Області реалізації різних розв'язків системи залежно від коефіцієнта інтенсивності перетікань m та різниці параметрів росту $\delta=b-a$, лінії косимметрії (пунктир); 1, 4 – граничний цикл при відсутності партії x ; 3, 6 – стаціонарний розв'язок $x=1$; 2 – рівновага з ненульовими напруженістю й частками партій; 5 – реалізація граничного циклу або рівноваги залежно від початкових даних

Для значень параметрів з області, позначеною цифрою 5, спостерігається мультистабильність – залежно від початкових даних відбувається встановлення або до граничного циклу (див. рис. 2.8, ліворуч), або до стійкої рівноваги (рис. 2.8, праворуч). В експерименті мінялося початкове значення частки партії x додаванням ε : позитивне ε відповідало одноразовому збільшенню партії x , а негативне – зниженню. Це можна інтерпретувати як можливість управління сценаріями розвитку політичної системи.

У тому випадку, коли значення параметрів m , $\delta=b-a$ бралися поза областю 5, стійким виявлявся один режим. Для значень параметрів з області 6 (праворуч від 5) виходила рівновага $x=1, y=z=0$ – монополія однієї партії. При від'ємних m реалізовувався граничний цикл на площині $x=0$ (коливання чисельності партії y і напруженості z).

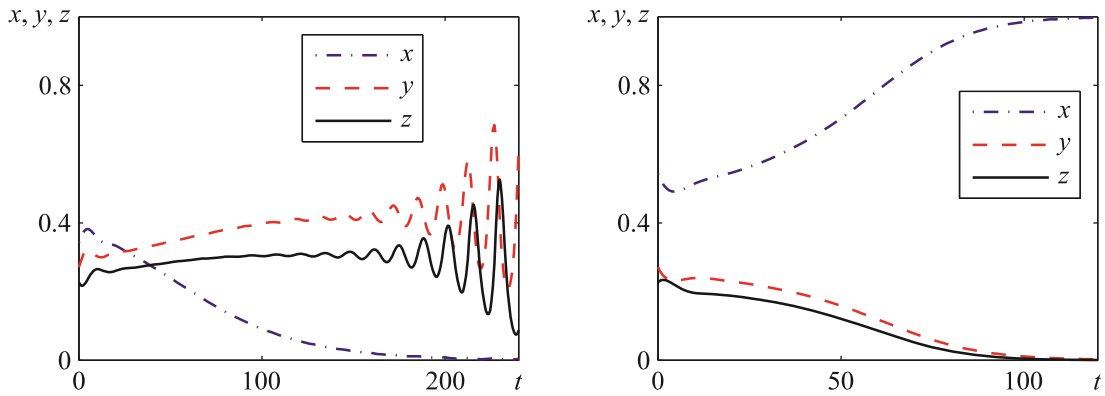


Рисунок 2.8 – Установлення до граничного циклу системи в області мультистабільності (ліворуч, $\varepsilon=-0.1$) і рівновазі в цій же області (праворуч, $\varepsilon=0.1$); залежно від початкових даних $m=0.08$, $\delta=-0.3$,
 $x(0)=0.4426+\varepsilon$, $y(0)=0.2705$, $z(0)=0.2262$

При виході параметрів за область, позначену цифрою 2, відбувається трансформація стійкої рівноваги, що відповідає співіснуванню обох партій з ненульовою напруженістю. Для параметрів з області 1 виходить граничний цикл на площині $x=0$. На рис. 2.9 показано, що незалежно від початкового збурювання чисельності партії x відбувається встановлення, що веде до коливань чисельності партії y та напруженості z .

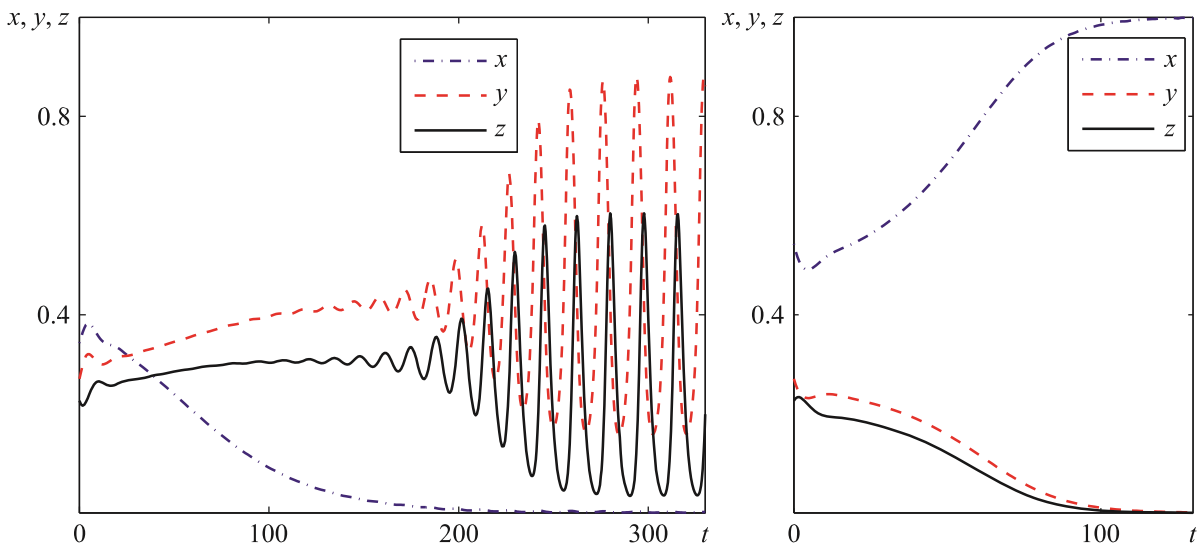


Рисунок 2.9 – Установлення до граничного циклу системи поза областю мультистабільності: $\varepsilon=-0.1$ (ліворуч) і $\varepsilon=0.1$ (праворуч); $m=-0.16$, $\delta=0.3$,
 $x(0)=0.4936+\varepsilon$, $y(0)=0.2523$, $z(0)=0.1744$

Одномоментне збільшення частки партії x тільки зсуває час її загибелі. Для інших початкових даних установлення може завершитися досить швидко. З рис. 2.9 видно, що спочатку траєкторія наближається до хиткої рівноваги (фокусу), а потім уже відбувається вихід на періодичні коливання частки партії $y(t)$ і напруженості $z(t)$. Тут має місце нестационарний процес протиборства – одночасного існування двох партій, яке завершується зникненням партії, з якої йде відтік членів.

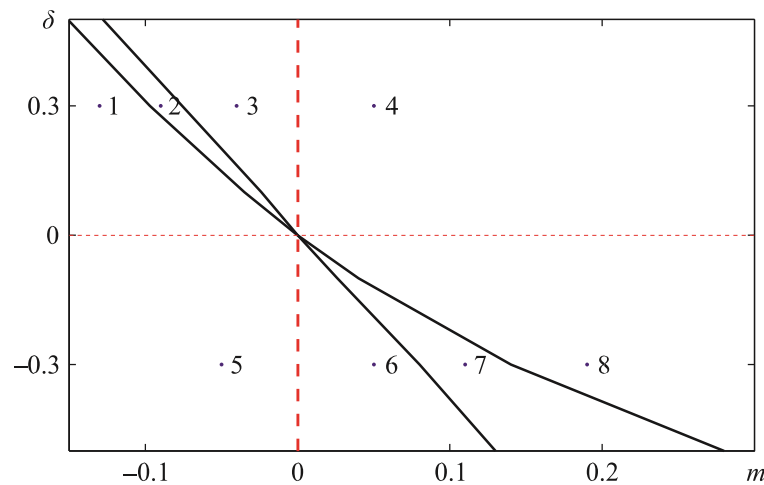


Рисунок 2.10 – Области реалізації різних рішень системи в залежності від параметрів m і $\delta = b - a$, лінії косиметрії (пунктир) при $d_1 = 0.8$

Для значень параметрів m і $\delta = b - a$ з областей 1, 5, 6 реалізується коливальний сценарій загибелі партії x . Для областей 3, 4 характерне зникнення партії y . Стационарний розв'язок зі співіснуючими партіями x , y і ненульовою напруженістю z виходить для параметрів з області 2.

2.3 Аналіз особливостей побудови математичних моделей політичного суперництва

На першому етапі застосування математичної моделі взаємодії популяцій для дослідження соціальних процесів у політиці будемо

розглядати дві спрощені ситуації: вважаємо, що характер взаємодії між двома акторами по реалізації функцій місцевого самоврядування визначається або як суперництво, або як співробітництво. У якості емпіричних прикладів можна привести моделі місцевого самоврядування державної та общинної теорій [2, с. 87].

В основу моделі покладені наступні ідеалізовані уявлення про характер взаємодії акторів:

а) у відсутності одного з акторів, динаміка його функціонального потенціалу описується логістичним рівнянням, коефіцієнти якого різні для кожного;

б) вплив на динаміку функціонального потенціалу відносин між акторами може бути описане введеними билинейними членами в обоє рівняння. Якщо це відносини кооперації (співробітництва), то зі знаком плюс, а якщо – суперництва, то зі знаком мінус [4, с. 61].

Розглянемо, як впливає на динаміку функціонального потенціалу характер взаємодії між колективними суб'єктами управління. Відповідна система диференціальних рівнянь має вигляд

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = a_1x - e_{11}x^2 \pm e_{12}xy, \\ \frac{dy}{dt} = a_2y - e_{22}y^2 \pm e_{21}yx. \end{cases}$$

Встановлено, що поведінка системи не залежить від співвідношення коефіцієнтів a_1 і a_2 , тобто від "індивідуальних" параметрів колективних суб'єктів управління. Поведінка системи залежить від параметрів взаємодії.

Фазові портрети систем рівнянь мають досить простий вид.

Для ситуації суперництва характерно наступне. При дотриманні умов $e_{12}/e_{22} > 1$ і $e_{21}/e_{11} < 1$, другий суб'єкт у всіх відносинах уступає першому, і тому "витісняється" їм зі сфери управління.

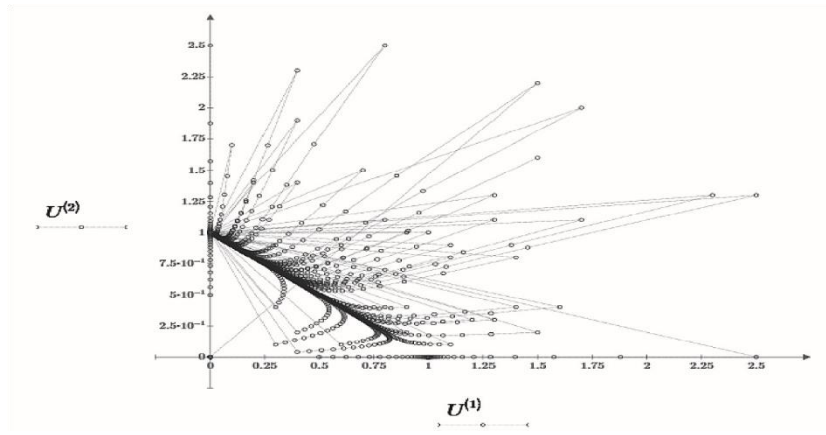


Рисунок 2.11 – Фазовий портрет системи при $a_1/a_2=1$, $e_{12}/e_{22}=1.2$, $e_{21}/e_{11}=0.9$

Умова $\max\{e_{12}/e_{22}, e_{21}/e_{11}\} < 1$ означає наступне: якщо рівень довіри в рішенні питань для кожного колективного суб'єкта управління по інтенсивності не перевищує рівень негативних тенденцій усередині суб'єктів (низьку професійну або соціально-політичну активність), це приводить до формування банального "співіснування" колективних суб'єктів управління (рис. 2.12). Така ситуація характеризує зниження ефективності інституту місцевого самоврядування в окремо взятому політиці.

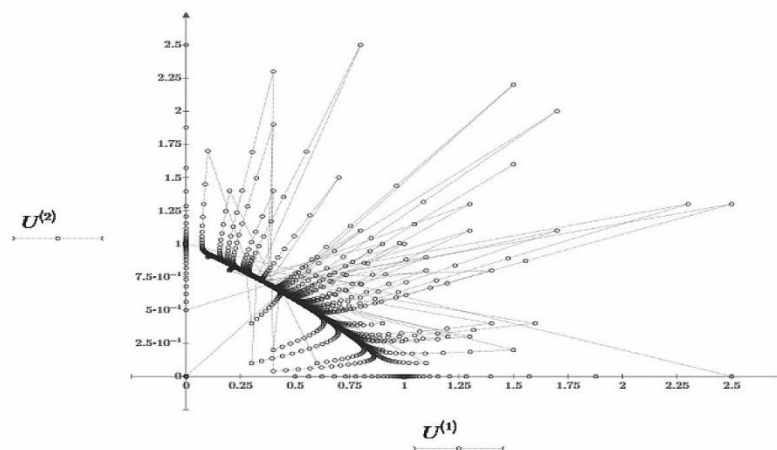


Рисунок 2.12 – Фазовий портрет системи при $a_1/a_2 = 1$, $e_{12}/e_{22} = 0.9$,
 $e_{21}/e_{11} = 0.8$

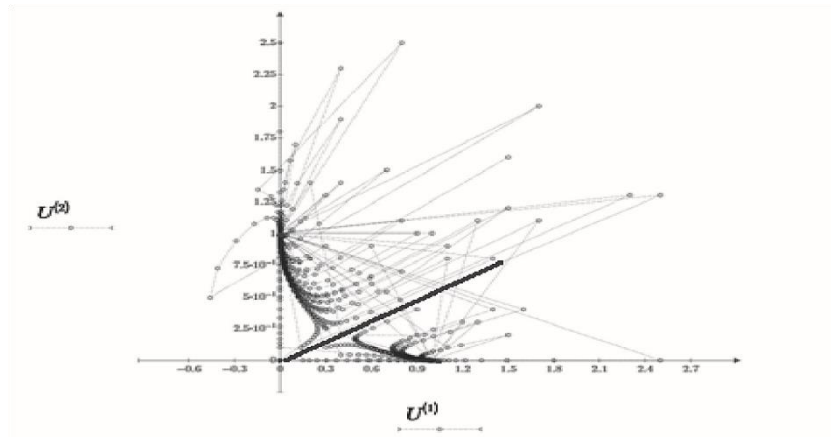


Рисунок 2.13 – Фазовий портрет системи при $a_1/a_2=1$, $e_{12}/e_{22}=3$, $e_{21}/e_{11}=2$

Навпаки, умова $\min\{e_{12}/e_{22}, e_{21}/e_{11}\} > 1$ означає, що міжвидова конкуренція для кожного з видів сильніше внутрішньовидової. У цьому випадку стійке співіснування неможливе й залежно від початкових умов один із суб'єктів завжди витісняє конкурента. Області притягань на осях, відповідних до витіснення кожного із суб'єктів свого конкурента, розділені сепаратрисой сідла, що відповідає нестійкому співіснуванню обох колективних суб'єктів управління.

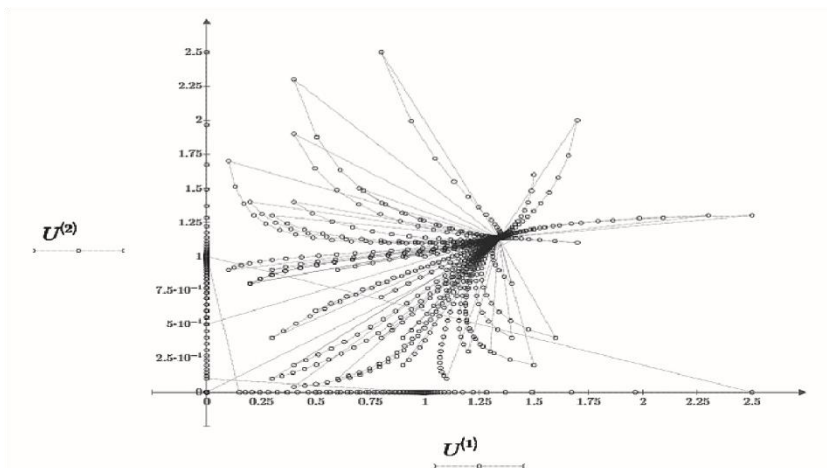


Рисунок 2.14 – Фазовий портрет початкової системи для відношень кооперації (співробітництва)

Для ситуації кооперативних відносин важливий наступний висновок: позитивний ефект кооперативних відносин буде домінувати над негативним

ефектом низької соціальної й професійної активності усередині кожного із суб'єктів взаємодії при будь-яких початкових умовах (рис. 2.14). Усі будуть прагнути до досягнення мети.

Проведений аналіз застосування моделі взаємодії двох колективні суб'єктів у політиці по забезпеченню функцій місцевого самоврядування наочно демонструє можливості міждисциплінарного підходу в соціальних дослідженнях. Системний, структурно-функціональний та діяльнісний підходи дозволяють:

а) представити політичні партії як систему двох акторів – колективних суб'єктів спільної діяльності – колективних суб'єктів управління, що реалізують функції місцевого самоврядування. Кожний з них має функціональний потенціал для виконання завдань, досягнення цілей системи [7, с. 193];

б) припустити, що взаємодія між двома виділеними акторами може носити характер співробітництва, або суперництва;

в) застосувати математичну модель із системи диференціальних рівнянь і якісну теорію диференціальних рівнянь для аналізу;

г) інтерпретувати можливі стани математичної моделі стосовно до завдань свого дослідження.

2.4 Практичне дослідження ефективності застосування математичних моделей політичного суперництва

Метою роботи є розробка математичної моделі суперництва політичних партій.

Для реалізації поставленої мети необхідно розв'язати наступні завдання:

а) формалізувати динамічну модель конкуренції політичних партій у вигляді системи диференціальних рівнянь;

- б) одержати аналітичний розв'язок системи;
- в) для перевірки розробленого алгоритму розглянути числовий приклад;
- г) проаналізувати особливості застосування й подальшого розвитку нового розробленого методу опису конкуренції політичних партій.

Розглянемо й формалізуємо постановку проблеми [3, с. 343].

Нехай є дві партії, і в момент часу t у першій партії $x=x(t)$ прихильників, у другій – $y=y(t)$ прихильників. Під час різного роду заходів (дебати, дискусії, демонстрації, мітинги, з'їзди) кількість x і y змінюється, і цей процес можна описати системою лінійних диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} x' = \alpha y + \gamma x, \\ y' = \beta x + \delta y, \end{cases}$$

де $x(t_0)=x_0$, $y(t_0)=y_0$, при t_0 – початковий час.

Розглянемо декілька тем, за якими проведені опитування, а саме:

- а) чинники ставлення громадян до державної влади України під час пандемії [22, с. 35];
- б) індекс державної суб'єктності України (ІДСУ): розробка, апробація і результати застосування в масовому опитуванні [23, с. 50].
- а) чинники ставлення громадян до державної влади України під час пандемії.

З виникненням пандемії коронавірусу COVID-19 усталені способи життєдіяльності суттєво видозмінилися. Це наклало відбиток на ставлення людей до діяльності державних інститутів. З одного боку, суспільство спостерігало за тим, як державні органи влади реагували на виклики пандемії. До запровадження карантину українські громадяни загалом поставилися з розумінням, однак втрата робочих місць і різке зниження економічної активності призвело до погіршення матеріального становища.

Потрібно враховувати й інші подразники (затяжна війна на сході, поглиблення соціально-економічної кризи, патерналістські настрої у суспільстві), що викликають тривалий психологічний дискомфорт та починають асоціюватися із чинною владою. Саме дилема між запровадженням карантинних заходів, які вкрай втомили суспільство, та необхідністю пожвавлення економічної активності, яка неминуче сприяє поширенню коронавірусу, постала перед державною владою України, що продовжує керуватися популістськими настроями населення та намагається підлаштуватися під них.

Таким чином, виникла необхідність проаналізувати, які чинники стали ключовими у ставленні громадян до державної влади. До того ж потрібно з'ясувати, чи існують відмінності детермінант ставлення до центральних і місцевих органів влади, оскільки населення схильне диференціювати відповідальність різних гілок влади у розв'язанні тих чи тих проблем. Для здійснення цього завдання були використані результати моніторингового дослідження Інституту соціології НАН України 2020 р.

Специфікою українського суспільства є те, що навіть максимальні показники оцінок діяльності Президента завжди були вкрай низькими і не досягали найвищих балів. Динаміка оцінок свідчить про те, що позитивне ставлення зростає одразу після виборів, коли у населення з'являється оптимізм, зумовлений передвиборними обіцянками. У подальшому впродовж президентської каденції оцінки стають негативними. Однак, незважаючи на цю закономірність, оцінка діяльності В. Зеленського на посаді Президента України на другому році його терміну залишилася доволі сталою. У табл. 2.1 результати опитування населення з питання “Яку оцінку Ви б дали діяльності В. Зеленського на посаді Президента України, якщо “1” – найнижча, а “10” – найвища оцінка?”.

Таблиця 2.1 – Відповіді населення України на запитання (%)

Оцінка діяльності	%
1 – Найнижча оцінка	16,7
2	9,4
3	15,2
4	12,3
5	16,4
6	8,9
7	9,1
8	5,6
9	2,7
10 – Найвища оцінка	3,7
Не відповіли	0,1
Середній бал	4,4

Також здійснено аналіз відповідей на питання “Як Ви оцінюєте діяльність таких органів державної влади та місцевого самоврядування, як ...?” Ставлення українців до решти органів державної влади у 2020 р. вимірювалося за 5-бальною шкалою (табл. 2.2). З’ясувалося, що населення здебільшого негативно оцінює діяльність органів державної влади та місцевого самоврядування. Однак, якщо взяти у цілому негативні та позитивні оцінки, або ж середні бали, то помітно, що оцінки центральних органів влади (Кабінет Міністрів України, Верховна Рада України, судова система України) більш негативні, ніж оцінки місцевих органів влади (обласна державна адміністрація, районна адміністрація, мер/голова ОТГ (об’єднаної територіальної громади) населеного пункту). Характерно, що кількість тих, хто позитивно оцінив діяльність депутата Верховної Ради від свого округу (14,6%), дещо вища, ніж кількість тих, хто позитивно оцінив діяльність самої Верховної Ради України (9,3%).

Таблиця 2.2 – Відповіді населення України на запитання (%)

Органи державної влади	1	2	3	4	5	Середній бал
	Зовсім негативно	Скоріше негативно	Важко відповісти	Скоріше позитивно	Цілком позитивно	
1	2	3	4	5	6	7
Кабінет Міністрів України	30,1	34,7	23,8	10,4	1,0	2,17
Верховна Рада України	33,2	35,7	21,9	8,6	0,7	2,07
Депутат Верховної Ради від Вашого округу	25,4	27,5	32,5	13,0	1,6	2,37
Судова система України	38,0	28,8	25,8	6,3	1,1	2,03
Обласна державна адміністрація	19,3	23,2	39,6	16,3	1,6	2,57
Районна адміністрація, мер/голова ОТГ Вашого населеного пункту	16,7	20,3	30,1	27,6	5,3	2,84

Можна припустити, що влада, яка здійснюється безпосередньо на місцях (а народний депутат часто взаємодіє із місцевою громадою), оцінюється здебільшого з раціональних міркувань, натомість органи центральної влади у масовій свідомості оцінюються здебільшого з соціокультурних чи ідеологічних мотивів. Однак на прикладі з таким викликом, як пандемія коронавірусу, важливим є з'ясування того, як масова свідомість диференціює відповідальність за боротьбу з пандемією та економічні наслідки цієї боротьби між центральною та місцевою владою. Для з'ясування співвідношення впливу матеріального становища

респондентів та їхньої оцінки ефективності влади у протидії пандемії на оцінку діяльності органів державної влади України було застосовано метод множинної лінійної регресії (табл. 2.3). Потрібно мати на увазі, що залежна змінна оцінки діяльності Президента України В. Зеленського виміряна за 10-бальною шкалою, а оцінка діяльності решти органів влади – за 5-бальною.

Таблиця 2.3 – Співвідношення впливу матеріального становища респондентів та їхньої оцінки ефективності влади у протидії пандемії на оцінку діяльності органів державної влади України, лінійні регресії

Незалежні змінні	Залежні змінні – оцінка діяльності органів державної влади						
	Президент України В. Зеленський	Кабінет Міністрів України	Верховна Рада України	Депутат Верховної Ради	Судова система України	Обласна держадміністрація	Районна адміністрація, мер/голова ОТГ
Матеріальне становище сім'ї у цілому (0–10)	0,219 ***	0,159 ***	0,124 ***	0,083 ***	0,105 ***	0,033	–0,017
Оцінка зусиль влади по боротьбі з поширенням коронавірусу (1 – нічого не робить для цього; 2 – щось робить, але цього недостатньо; 3 – робить все, що може)	0,307 ***	0,258 ***	0,241 ***	0,210 ***	0,183 ***	0,223 ***	0,146 ***
F	138,827	83,447	64,964	43,804	38,318	42,171	16,672
R ²	0,152	0,098	0,078	0,054	0,047	0,052	0,021

Примітка. У таблиці показані стандартизовані β -коефіцієнти предикторів регресійного рівняння: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$.

Виявлено, що ставлення до усіх органів державної влади зумовлюється оцінкою ефективності влади у протистоянні пандемії: чим більше ці зусилля вважаються ефективними, тим більш позитивно оцінюється їхня діяльність. Причому цей чинник переважає чинник матеріального становища сім'ї в усіх випадках. Вплив матеріального становища сім'ї на оцінку діяльності проявився здебільшого щодо центральних органів влади: чим краще матеріальне становище – тим позитивніша оцінка діяльності. Деяко менше цей вплив проявився і щодо оцінки діяльності депутата Верховної Ради. Натомість оцінка діяльності обласної держадміністрації та районної адміністрації, мера/голови ОТГ не зумовлюється матеріальним становищем опитаних.

б) індекс державної суб'єктності України (ІДСУ): розробка, апробація і результати застосування в масовому опитуванні.

На відміну від більшості пострадянських держав Україна зберігає визначальні демократичні засади політичної конкуренції, вільних виборів та декларативної орієнтації на сучасні європейські цінності. Але для того, щоб європейська орієнтація набула реальних рис, необхідна сильна державна суб'єктність, яка означає, що зміни в країні здійснюються переважно за власними рішеннями і діями, а не під зовнішнім тиском та спонуканнями. Важливим показником суб'єктності держави є уявлення громадян про ступінь її самостійності в різних сферах внутрішньо- та зовнішньополітичної активності. Суб'єктивні уявлення важливі для оцінки суб'єктності держави насамперед тому, що без визнання більшістю громадян самостійності держави в політичних рішеннях ці рішення не набувають необхідної для повноцінної суб'єктності легітимності в масовій свідомості навіть у випадку збереження усіх процедурних ознак суверенітету. Відповідь на запитання про суб'єктність держави в уявленнях її громадян може бути отримана завдяки розробці та використанню в масовому опитуванні спеціальної методики – індексу державної суб'єктності України (ІДСУ). На етапі теоретико-методологічної розробки

ІДСУ були виділені 15 основних сфер політичної активності, в межах яких держава може здійснювати свої повноваження з різним ступенем самостійності чи залежності від інших політичних суб'єктів. Для вимірювання ступеня самостійності в кожній сфері була запропонована п'ятибальна шкала з такими значеннями: 1 – майже завжди залежно; 2 – частіше залежно, ніж самостійно; 3 – важко сказати, самостійно чи залежно; 4 – частіше самостійно, ніж залежно; 5 – майже завжди самостійно. Оскільки індекс складається з 15 пунктів і кожний з них вимірюється за шкалою від 1 до 5, мінімальне значення ІДСУ – 15 балів, а максимальне – 75; 45 балів – це умовний нуль, вище якого спостерігається переважання суб'єктивних оцінок державної самостійності, а нижче – несамостійності. Для емпіричного обґрунтування методики влітку 2020 р. було проведено пілотажне онлайн-опитування з використанням інтернет-ресурсу медіа-порталу “Йод” [Дембіцький С., Головаха Є.]. Результати опитування: 2907 респондентів засвідчили, що методика вимірювання ІДСУ відповідає класичним [DeVellis R. F.] і розробленим у відділі методології та методів соціології [Паніна Н.; Дембіцький С.] статистичним критеріям визначення достовірності соціологічної інформації, отриманої завдяки використанню соціологічних тестів. Це дало змогу використати методику в репрезентативному для дорослого населення України опитуванні громадської думки в межах соціологічного моніторингу Інституту соціології НАН України, яке засвідчило високий рівень надійності методики вимірювання індексу державної суб'єктності (альфа Кронбаха – 0.91).

Перші важливі спостереження щодо особливостей сприйняття населенням України окремих аспектів суб'єктності своєї країни були отримані при аналізі відповідей на запитання, з яких складається методика ІДСУ. Громадяни України сприймають свою державу частіше залежною, ніж самостійною, за більшістю напрямів. Винятком є культурне життя та забезпечення громадського порядку. В цих двох напрямках самостійність

згадується частіше, ніж залежність. Доволі багато виявилось тих громадян, які не могли визначитися з тим, самостійною чи залежною слід сприймати державу як суб'єкта в різних сферах діяльності: частка тих, хто не міг визначитися, коливається за окремими позиціями від 24% до 41%. Найбільша невизначеність спостерігається щодо розв'язання проблем міграції населення та регулювання релігійного життя, а найменша – щодо зовнішньої політики та оборонної політики. В останніх двох напрямках українці найчастіше вважають свою державу радше залежною, ніж самостійною (відповідно 66,2% та 61,2%). Такої ж думки додержується переважна більшість населення, оцінюючи економічні реформи (61,6%), реформування системи охорони здоров'я (54,3%), співробітництво з міжнародними організаціями (51,4%), боротьбу з корупцією (50,1%). Загальний висновок полягає в тому, що громадяни України переважно невисоко оцінюють самостійність своєї держави у розв'язанні проблем, пов'язаних з зовнішньою політикою і внутрішніми реформами. Цей висновок отримав підтвердження і при вимірюванні індексу державної суб'єктності України: для дорослого населення країни в цілому його значення становить 39,6 бала. Це суттєво нижче умовного нуля (45 балів), вище якого – позитивні значення ІДСУ. Оцінюючи групові відмінності ІДСУ в соціально-демографічному аспекті, насамперед слід зазначити, що статистично значущих відмінностей немає при порівнянні жінок і чоловіків. Інша картина спостерігається у віковому аспекті. Найнижчі оцінки спостерігаються у старшій віковій групі (56 років і більше) – 38,6 бала, а найвищі – у молоді (18–29 років) – 42,0 бали. Такий розподіл оцінок можна було б вважати сприятливим для перспективи розвитку суб'єктності України як такої, що визнається насамперед поколінням з найбільшою перспективою. Але навіть те значення ІДСУ, яке спостерігається у молоді, знаходиться в діапазоні переважно негативних оцінок суб'єктності. Коефіцієнт лінійної кореляції між рівнем освіти респондентів і значенням

ІДСУ дорівнює нулю. Це означає, що фактор освіти не впливає на оцінки державної суб'єктності.

Одним із найважливіших факторів диференціації оцінок державної суб'єктності є політична позиція громадян України та їх електоральні уподобання. У зв'язку з цим розглянемо, як змінюються значення ІДСУ залежно від таких показників, як підтримка певної політичної позиції в загальному ідеологічному спектрі та голосування за партії, представлені у Верховній Раді України, на місцевих виборах 2020 р. (табл. 2.4).

Насамперед слід зазначити, що найкритичніше до суб'єктності України ставляться люди з лівими політичними поглядами – комуністичними та соціалістичними. Натомість найвищі оцінки спостерігаються у прихильників ліберальної та націонал-демократичної політичних течій. Цікаво, що адепти націоналістичної ідеології за своїми оцінками ближче до “ліваків”, ніж до націонал-демократів. Це дає підстави стверджувати, що для прихильників радикальних політичних течій суб'єктність України залишатиметься неповноцінною доти, поки в державі не будуть відновлені жорсткі авторитарні методи управління незалежно від того, які радикали будуть при владі – ліві чи праві. Серед різних груп виборців протилежні позиції займають представники електоратів партії “Слуга народу” та “Опозиційна платформа – За життя”. Перші демонструють оцінки, близькі до тих, які властиві прихильникам ліберальної політичної течії, а другі мають однакові оцінки з тими, що залишаються відданими комуністичній ідеології. Зрозуміло, що далеко не всі прихильники “Слуги народу” – ліберали, а серед їх опозиційних опонентів багато антикомуністів. Головна лінія розмежування пролягає там, де фіксується ставлення до Росії та Заходу. Серед парламентських партій України лише “Опозиційна платформа” позитивно ставиться до розширення політичних відносин та економічної співпраці з Росією.

Таблиця 2.4 – Значення ІДСУ для груп населення з різними ідеологічними та електоральними уподобаннями, 2020 р.

“Яка політична течія Вам найближча?”	Значення ІДСУ	Кількість опитаних у групі	Стандартне відхилення
Ліберальна	44,72	69	8,88
Національно-демократична	42,37	169	8,91
Я не розуміюся на цих течіях	40,42	447	11,13
Не визначив своєї позиції	40,03	310	10,98
Зелені	39,68	53	9,70
Соціал-демократична	39,46	164	10,42
Християнсько-демократична	38,89	55	10,20
Ніяка взагалі	38,71	217	9,96
Націоналістична	38,44	68	10,26
Соціалістична	35,86	157	10,52
Комуністична	34,54	68	10,44
“Яку політичну партію Ви маєте намір підтримати на місцевих виборах у жовтні 2020 року?”			
“Слуга народу”	43,13	236	10,47
“Голос”	41,71	35	8,23
“Європейська солідарність”	41,26	140	10,56
“Батьківщина”	39,46	102	10,15

Підсумовуючи, насамперед слід зазначити, що ІДСУ для дорослого населення країни загалом становить 39,6 і є значно нижчим за умовне нульове значення (45,0), яке відділяє переважно негативні оцінки від

переважно позитивних. Тобто більшість українців вважають державу недостатньо самостійною в своїх діях та рішеннях. Цікавий факт полягає в тому, що в пілотажному інтернет-опитуванні значення ІДСУ було ще нижчим і становило 34,6 бала. Тобто інтернет-аудиторія ставиться до суб'єктності своєї країни гірше, ніж середньостатистичний громадянин України. Найразючіші відмінності ІДСУ спостерігаються серед прихильників різних політичних течій і партій. Регіональні та національно-культурні розбіжності віддзеркалюються у відмінностях, пов'язаних зі сприйняттям суб'єктності України. Зменшенню цих розбіжностей сприяють економічні фактори, серед яких важливе значення має матеріальний рівень життя. Покращення матеріального стану українських сімей надалі сприятиме підвищенню оцінок державної суб'єктності. Результати розробки, апробації та застосування методики ІДСУ в масовому опитуванні свідчать про доцільність її подальшого використання в моніторингових соціологічних дослідженнях, зокрема в інструментарії моніторингу Інституту соціології НАН України.

2.5 Висновки до розділу 2

Таким чином, використання математичних моделей і методів дозволяє враховувати всі можливі варіанти подій і поведінкових типів реакцій суб'єктів при зміні обставин в тій чи іншій конфліктній ситуації. Моделі можуть допомогти суб'єктам конфліктної взаємодії в виборі розумних рішень, оскільки математичне формулювання складних проблем вказує на можливі результати і сприяє визначенню оптимальних стратегій. З іншого боку, створюючи модель конфлікту, необхідно чітко вказувати межі допустимих при моделюванні спрощень, не допускаючи абсолютного розчинення одиничних ознак конфлікту в загальних формалізованих описах.

Повноцінна формалізація при здійсненні аналізу політичних конфліктів може бути здійснена тільки за наявності емпіричних даних, які містять кількісні уявлення або дозволяють продукувати їх. Математичне моделювання не обмежується операціями з кількісними показниками, воно також працює з якісними характеристиками політичного конфлікту. В цьому випадку математичні моделі є засобом вивчення логічних наслідків політичних конфліктів. Вирішальним прогностичним інструментом при цьому є характер траєкторії, яка відображає динаміку політичного конфлікту.

ВИСНОВКИ

Отже, особливості математичного моделювання для аналізу політичного суперництва, відбивають переваги даного виду аналізу політичної системи, можливість із його допомогою доказово обґрунтовувати нетривіальні результати.

Наукова база математичного моделювання дозволяє дослідникові в значній мірі знизити суб'єктивізм і виявити неочевидні закономірності, знання яких дає людині можливість оцінювати рівень значимості різних факторів і впливати на непередбачувані раніше процеси.

У роботі виділені основні етапи розвитку математичного моделювання, узагальнюється досвід побудови різних типів кількісних моделей, заснованих на різних концептуальних підходах до аналізу політичних процесів і різних методах математичної обробки кількісних даних.

У роботі зроблена спроба систематизації понятійного апарата в області застосування математичного моделювання.

Застосування моделі обмежене можливістю вивчення детермінантів електоральної поведінки жителів на виборах. Розглянуті моделі дозволяють виявляти відносну значимість детермінантів, прогнозувати зміна результатів голосування внаслідок зміни різних показників розвитку регіону, моделювати міжпартійну боротьбу під час передвиборної кампанії, аналізувати рівноваги й динамічні режими. При цьому конкуренція не зводиться до статичних сценаріїв, характерних для задач, що виникають при описі електоральних сценаріїв на основі моделі Хотеллінга – Даунса.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Аршинов В. И., Буданов В. Г. Синергетика: эволюционный аспект. *Самоорганизация и наука: опыт философского осмысления*. Москва: АРГО, 1994. С. 229–243.
2. Базыкин А. Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. Москва – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. 368 с.
3. Ганичева А. В., Ганичев А. В. Математическая модель конкуренции политических партий. *Экономика. Информатика*. Тверь, 2021. №48 (2). С. 341–349.
4. Гордеева Т. Н. Применение «универсальных» математических моделей в исследовании процессов муниципальных образований. *Современные исследования социальных проблем*. Чита, 2017. № 48(6). С. 134–149.
5. Денисюк С. Г. Математичне моделювання як метод дослідження політичних процесів. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова*. Вінниця, 2009. №22(1). С. 58.
6. Дмитриев М.Г., Павлов А.А., Петров А.П. Оптимальный объем властных полномочий в социально-экономической иерархии по критерию удельного потребления. *Информационные технологии и вычислительные системы*. Москва, 2007. № 4. С. 4 –11.
7. Евдокимов К. Е. Моделирование динамики распространения и конкуренции различных типов информации. *Вестник Томского государственного педагогического университета*. Томск, 2013. № 11 (139). С. 193–198.
8. Ключев К. Г., Математичне моделювання як ефективний метод дослідження політичних процесів. Політичні інститути та процеси. *Політичне життя*. Одеса, 2016. № 1-2. С. 19–23.

9. Корнієнко В. О., Денисюк С. Г., Шиян А. А. Математичне моделювання технологій майбутніх президентських виборів в Україні: методологічні основи та вплив існуючого розкладу сил. *Політологічний вісник*. Київ, 2008. №31. С. 211–221.

10. Корнієнко В. О., Шиян А. А., Денисюк С. Г. Моделювання фінансових механізмів лобіювання в умовах «критичності» за кількістю депутатів у прийнятті рішень. *Політологічний вісник. Зб. наук. праць*. Київ, 2007. № 29. С. 110 –117.

11. Кручинин С. В. О некоторых обобщениях графов: мультиграфы, гиперграфы, метаграфы, потоковые и портовые графы, протографы, архиграфы. *Вопросы науки*. Воронеж, 2017. №4. С. 48–67.

12. Кручинин С. В. К вопросу о терминологии в области мобильных сетей транспортных средств. *Теория и техника радиосвязи*. Воронеж, 2011. №1. С. 117–120.

13. Мангейм Дж. Б., Рич Р. К. Политология. Методы исследования. Москва : Весь Мир, 1997. 544 с.

14. Михайлов А. П. Моделирование системы «власть –общество». Москва : Физматлит, 2006. 144 с.

15. Михайлов А. П., Шведовский В. А., Маслов А. И, Ковалев В. Ф. Обобщенная модель электорального поведения и ее применение к изучению этнополитических конфликтов. *Математическое моделирование*. Москва, 2003. № 15(8). С. 39–56.

16. Михайлов А. П., Юхно Л. Ф. Простейшая модель установления равновесия между двумя ветвями власти. *Математическое моделирование*. Москва, 2001. №13(1). С.65 –75.

17. Михайлов А. П., Юхно Л. Ф., Маслов А. И., Попова А. В. Политическое соперничество: модели и здравый смысл. *Математическое моделирование социальных процессов*. Москва, 2001. №3. С.153–171.

18. Моделирование нелинейной динамики глобальных процессов. Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика / под ред.: И.В. Ильина, Д.И. Трубецкова. Москва : МГУ, 2010. 185 с.
19. Нечипоренко Л. А. Буржуазная «социология конфликта». Москва : Политиздат, 1982. 142 с.
20. Парсонс Т. Система современных обществ / пер., с англ. Л.А. Седова и А.Д. Ковалева; под ред. М.С. Ковалевой. Москва : АСПЕКТ ПРЕСС, 1998. С. 93–105.
21. Петров А.П. О модели «власть –общество» с периодической функцией реакции гражданского общества. *Математическое моделирование*. Москва, 2008. №20(11), С.80–88.
22. Резнік О. Чинники ставлення громадян до державної влади України під час пандемії . *Українське суспільство: моніторинг соціальних змін*. Київ, 2020. №7(21). С. 35–42.
23. Головаха Є. Індекс державної суб'єктності України (ІДСУ): розробка, апробація і результати застосування в масовому опитуванні. *Українське суспільство: моніторинг соціальних змін*. Київ, 2020. №7(21). С. 50–60.
24. Саати Т. Л. Математические методы исследования операций. Москва, 1962, 317с.
25. Саати Т. Л. Математические модели конфликтных ситуаций / пер. В. Н. Веселова и Г. Б. Рубальского; под ред. и с предисл. И. А. Ушакова. Москва : Сов. радио, 1977. – 302 с.
26. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры: уч. пособие Москва : Физматлит, 2001. 320с.
27. Симонов К.В. Политический анализ: уч. пособие. Москва: Логос, 2002. 152 с.
28. Филатов А. Ю. Модели политической конкуренции. ИСЭМ СО РАН, ИГУ, 2020. 16 с

29. Филатов А. Ю. Парадоксы коллективного выбора. *Современные подходы к исследованию и моделированию в экономике, финансах и бизнесе*. Санкт-Петербург, 2009. С. 222–227.

30. Цибулин В. Г., Хосаева З. Х. Математическая модель дифференциации общества с социальной напряженностью. *Компьютерные исследования и моделирование*. Ижевск, 2019. №11(5). С. 999–1012.

31. Шабров О.Ф. Системный подход и моделирование: общие принципы и специфика применения в политической сфере. *Моделирование в социально –политической сфере*. Москва, 2007. №1. С. 100–110.

32. Шведовский В.А. Динамическая модель электорального поведения. *Математическое моделирование*. Москва, 2000. №12(8). С.46–56.

33. Яковлев И. Г. Информационно–аналитические технологии и политическое консультирование. *И. Г. Яковлев*. Москва, 1998. № 3. С. 179–189.

34. Coleman J. Internal Processes Governing Party Positions in Elections. *Public Choice*. 1971. №11. P.35–60.

35. . Hotelling H. Stability in Competition. *Ibid*. 1929. №39. P.41–57.

36. Ledyard J. The Pure Theory of Large Two-Candidate Elections. *Public Choice*. 1984. №1(44). P.7–41.

37. Plott Ch. A Notion of Equilibrium and its Possibility under Majority Rule. *American Economic Review*. 1967. №57. P.787–806.

38. Wittman D. Candidate Motivation: a Synthesis of Alternatives. *American Political Science Review*. 1983. №77. P.142–157.