

**Національна академія правових наук України
Науково-дослідний центр правової інформатики**

Ланде Д.В., Фурашев В.М.

**ОСНОВИ ІНФОРМАЦІЙНОГО І
СОЦІАЛЬНО-ПРАВОВОГО
МОДЕЛЮВАННЯ**

Київ – 2012

УДК 340.13+681.3+519.8
ББК 22.18, 32.81, 60.54
Л95

Рекомендовано до друку

Вченою радою Науково-дослідного центру правової інформатики
Національної Академії правових наук України
(протокол № 2 від 14 лютого 2012 року)

Л95 Ланде Д.В., Фурашев В.М.

Основи інформаційного і соціально-правового моделювання :
монографія. – К. : ТОВ “ПанТот”, 2012. – 144 с.

ISBN 978-966-1531-22-1

У монографії наведено теоретичні і практичні засади моделювання соціально-правових явищ, процесів, процедур. Наведено необхідні відомості та приклади граничних нормативно-правових умов моделювання, а також приклади окремих моделей. Розглянуто питання динаміки інформаційних потоків, як «середовища вимірювання» суспільної думки. Велику увагу приділено питанням моделювання, розвиненим у природничих науках, розглянуто нелінійні, експертні, індивідуум-орієнтовані моделі, а також такі методи досліджень, як кореляційний та фрактальний аналіз, теорія клітинних автоматів.

Книгу призначено як для широкого кола фахівців-аналітиків в галузях провознавства, державного управління, соціальних комунікацій, так і для студентів старших курсів, аспірантів.

Рецензенти: **Ярмиш О.Н.** – доктор юридичних наук, професор,
член-кореспондент Національної академії правових наук України,
заслужений юрист України
Мохор В.В. – доктор технічних наук, професор
Качинський А.Б. – доктор технічних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України

Редактор: **Гладківська О.В.** – кандидат фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник

УДК 340.13+681.3+519.8
ББК 22.18, 32.81, 60.54

ISBN 978-966-1531-22-1

© Ланде Д.В., 2012
© Фурашев В.М., 2012

З М І С Т

ВСТУП	5
1. МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ПІДХІД ДО ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПРОГНОЗУ	7
1.1. Особливості моделювання в соціальній сфері	7
1.2. Підходи до вивчення систем	8
1.3. Особливості соціальної динаміки	13
1.4. Правові обмеження у соціальному моделюванні	15
2. МЕТОДИ СОЦІАЛЬНО-ПРАВОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ	28
2.1. Нелінійні конкурентні моделі	28
2.2. Індивідуум-орієнтовані моделі	35
2.2.1. Штучні суспільства	37
2.2.2. Цукрова модель	37
2.2.3. Модель «теплових жуків»	39
2.2.4. Мурашині алгоритми	39
2.2.5. Клітинні автомати	41
2.2.6. Модель впливу оточення	43
2.3. Мережеві моделі	45
2.3.1. Параметри соціальних мереж	45
2.3.2. Модель, що враховує «далекі зв'язки»	50
2.3.3. Модель, що враховує вплив зовнішніх факторів	53
2.3.4. Мережеві моделі формування суспільної думки	57
2.4. Експертні моделі	65
2.5. Теоретико-ігровий підхід	70
3. ВИМІРЮВАННЯ СОЦІАЛЬНО-ПРАВОВИХ ПРОЦЕСІВ	75
3.1. Проблема вимірювання у соціально-правовому моделюванні	75
3.2. Індекси порівняння	77
3.3. Моделювання інформаційних потоків	80
3.3.1. Тематичні інформаційні потоки	81
3.3.2. Моделювання динаміки інформаційних потоків	82
3.3.3. Індекси присутності в інформаційному просторі	89
3.4. Дослідження інформаційних потоків	93
3.4.1. Інформаційні потоки як частина інформаційного простору	93
3.4.2. Кореляційний аналіз інформаційних потоків	100
3.4.3. Вейвлет-аналіз	103
3.4.4. Дисперсійний аналіз – метод DFA	106
3.4.5. R/S-аналіз – показник Херста	109

4. РЕАЛІЗОВАНІ МОДЕЛІ.....	112
4.1. Соціальна технологія витоків WikiLeaks.....	112
4.2. Моделювання переваг груп людей.....	124
4.3. Моделювання політики закритих режимів.....	125
4.4. Моделювання процесів формування націй, об'єднання територій	126
4.5. Моделювання насильства, повстань та їх придушення	128
4.6. Модель боротьби з корупцією	129
4.7. Колективний розум на біржі	130
 ПІСЛЯМОВА	 131
 ЛІТЕРАТУРА	 135

ВСТУП

«Модель потрібна не для того, щоб відповідати даним, а для того, щоб загострювати потрібні проблеми».

С. Карлін (S. Karlin)

«Вивчення та використання математики подібне спробам оволодіти кунг-фу, мистецтвом, яке одночасно є і технікою і способом життя, удосконалює ваші навички та робить вас більш обізнаним».

Д. Сорнетте (D. Sornette)

В даний час завдання у соціально-правовій сфері вимагають поряд з експертними рішеннями, застосування сучасних підходів, що базуються, передусім, на інформаційному та комп'ютерному моделюванні. Наприклад, в області правотворчої діяльності можна виділити задачі аналізу і планування наслідків введення правових норм, які нерозривно пов'язані з інформаційним та комп'ютерним моделюванням.

Інформаційне моделювання – це загальний підхід, пов'язаний з формалізацією даних щодо об'єкту моделювання, тобто з визначенням цілей моделювання, аналізом об'єктів моделювання як складних систем. Особлива увага при цьому приділяється вхідним даним, зокрема, тим, що отримуються шляхом моніторингу та подальшого аналізу інформаційного простору, ресурсів мережі Інтернет. Загально визнано, що інформаційний простір на даний час є репрезентативним відображенням соціальної реальності.

Соціально-правове моделювання розглядається більш широко – як засіб опису, пояснення і прогнозування соціально-правових систем, явищ і процесів за допомогою аналізу інформаційних моделей соціальної реальності.

Моделювання соціально-правових явищ і процесів – це метод пізнання, в процесі якого використовується допоміжний штучно створений об'єкт – модель, представлений у вигляді схем, алгоритмів, математичних формул, і тому подібне, який, будучи аналогічним досліджуваному об'єкту (у нашому випадку – деяким соціальним явищам, процедурам або процесам), відображає і відтворює в простішому вигляді властивості, взаємозв'язки і стосунки між його елементами. Модель в процесі пізнання дозволяє отримати нову інформацію про сам об'єкт дослідження – у випадку, що розглядається – соціальне явище, процедуру або процес.

При застосуванні методу соціально-правового моделювання слід моделювати правову систему суспільства (або його окремих ділянок), механізми правового регулювання, правотворчості, правопорядку тощо. Інформаційний аспект моделювання при цьому полягає у тому, що моделюються процеси збору, обробки і використання правової та іншої інформації.

Застосування засобів соціально-правового моделювання для оцінки наслідків прийняття законодавчих актів стає важливим засобом підтримки прийняття

рішень, оскільки дозволяє розглянути різні варіанти розвитку подій, не удаючись до практики «проб і помилок». Таким чином, застосування засобів соціально-правового моделювання може забезпечити вибір найкращого з рішень, що по суті є головним завданням законодавчої діяльності.

При застосуванні моделювання можна виділити два основні чинники: науковий підхід і якість початкових даних.

Науковий підхід забезпечується застосуванням точних методів математичної статистики, нелінійної динаміки, системного аналізу, системної інформатизації тощо. Для вирішення завдань у соціально-правовій сфері, аналізу і прогнозування суспільних та правових процесів на сучасному рівні створюються інформаційно-аналітичні засоби, в яких широко застосовується математичне і комп'ютерне моделювання, необхідна побудова моделей, які базуються на математичних методах і теоретичних основах соціології, права, політології, економіки.

Якість початкових даних залежить від можливостей соціологічної статистики, аналізу законодавчих актів як в нашій державі, так і за кордоном, засобів масової інформації, а також моніторингу інтернет- і соціальних медіа.

У загальному випадку соціально-правове моделювання реалізує ітеративну процедуру: створюється інформаційна модель, потім проводяться емпіричні дослідження і комп'ютерні експерименти з використанням даної моделі. За їх результатами змінюють параметри моделі. Процес продовжується до тих пір, доки функціонування моделі не відповідатиме необхідним критеріям, які застосовуються для валідації моделі і теорії.

Сучасні підходи до моделювання дозволяють розглядати суспільство як складну систему та застосовувати методи, апробовані насамперед у природничих науках. Слід зазначити, що підходи, які базуються на застосуванні точних методів і математичному формалізмі, наприклад, імітаційного моделювання, насправді, можуть давати переважно якісні висновки, що обумовлюється багато-параметричністю соціально-правових моделей.

Аналіз стану напряму моделювання у соціальній та правовій сферах свідчить про те, що воно входить у стадію зростання у всьому світі. Зростає й розуміння важливості цього напряму як з боку наукового співтовариства, так і з боку практичної соціології, правознавства, політології і економіки. Виявляється, що соціально-правові моделі, які, зважаючи на свою природу, спочатку сприймалися багатьма як такі, що дають лише якісні результати, при правильному задаванні вихідних даних, параметрів і правил нерідко дають реалістичніші результати, ніж традиційні підходи.

1. МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ПІДХІД ДО ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПРОГНОЗУ

1.1. Особливості моделювання в соціальній сфері

Система знань, орієнтована на вивчення процесів у навколишньому світі (як фізичних, так і громадських), завжди так чи інакше має вести до точних висновків, що допускають кількісні оцінки, які можна зіставити з емпіричними даними. Особливо це стосується прогнозування. Дійсно, при погляді на ретроспективу питання інтерпретації, як правило, не є складним. Прогноз же має містити цілком конкретні положення, що явно корелюють з тими подіями, які спостерігаються на практиці вже після того, як він складений. А на практиці засоби, що припускають кількісне прогнозування, неминуче стикаються з серйозними, часто непереможними труднощами. Процеси, що протікають в людському суспільстві, насилу піддаються кількісному аналізу, внаслідок чого фактично не існує більш менш надійних законів, що описують соціальні системи. Зрозуміло, в якійсь мірі до соціумів застосовуються закони статистики, але при цьому достовірними, як правило, виявляються занадто загальні характеристики. Головна проблема, мабуть, полягає в тому, що людина має настільки складну поведінку, що у громадських процесах слабо виражена повторюваність ситуацій, на основі яких можна було б встановити статистичні закономірності. А природничонаукова методологія будується саме на виявленні стійких повторювань явищ.

Одним із шляхів подолання подібних труднощів є застосування математичного моделювання. Його ідея полягає в заміні реальної системи, механізми якої відомі недостатньо, віртуальною спрощеною, механізми якої в явному вигляді закладаються в її основу. Звичайно, заздалегідь не відомо, чи буде модель функціонувати адекватно реальній системі, але саме в цьому і полягає мистецтво моделювання. У будь-якому випадку, моделювання припускає постійне зіставлення теоретичних побудов із практикою.

Мета моделювання будь-яких систем, зокрема соціальних, полягає, з одного боку, у вивченні їх закономірностей, особливостей, а з іншого, у можливому внесенні у ці системи цілеспрямованих змін шляхом відповідних впливів. Тому моделювання можна розглядати як один із способів рішення проблем, що виникають у реальному світі, зокрема, у випадку що розглядається, при аналізі, плануванні та проведенні соціальних процедур, впливів. Найчастіше моделювання застосовується у випадках, якщо експерименти з реальними об'єктами занадто витратні або неможливі, адже моделювання охоплює відображення реальної проблеми у світ абстракції, вивчення, аналіз й оптимізацію моделі та відображення оптимального рішення знову в реальний світ.

Математичне моделювання широко застосовується в природних науках, проте його застосування для вирішення проблем в соціальній і правовій науках залишається обмеженим. Причина цього полягає, передусім, в складності формалізації основних понять соціології та права. Глобальним соціально-правовим явищам притаманні багаторівневість, багатопараметричність. При цьому багато з параметрів на практиці не піддаються формалізації. Слід зазначи-

ти, що істотні труднощі при моделюванні викликає також необхідність урахування великої кількості соціально-психологічних чинників.

Спроби детального урахування чинників такого типу настільки ускладнюють моделі, що вони рідко виявляються успішними. Відомо, що дуже часто невеликі зміни параметрів можуть привести до настільки значних змін результатуючих значень, що повністю дискредитується уся модель (відсутня стійкість рішень).

Саме тому при моделюванні соціально-правових явищ найбільший інтерес представляють моделі, що не претендують на детальний опис особливостей кожного конкретного випадку, а що дозволяють узагальнювати і одночасно враховувати істотну конкретику. Мабуть, сьогодні в області моделювання складніших соціально-правових процесів успіх може бути досягнутий тільки шляхом застосування відносно простих алгоритмів і концепцій. Звичайно, багато з соціально-правових процесів і явищ (наприклад, електоральних [1]), можна моделювати досить точно, якщо чітко їх параметризувати та встановити граничні параметри. Такі параметри можуть задаватися, наприклад, інформаційними потоками, що є супутними до цих процесів і явищ [2, 3].

Разом з цим моделювання соціально-правових процедур найчастіше передбачає проведення обчислювальних експериментів, тому що майже завжди виникають істотні обмеження, що утрудняють проведення «польових» експериментів. Обчислювальний експеримент дозволяє скоротити зусилля з уточнення обмежень, здійснювати підбір вихідних даних, вибір правил функціонування компонентів моделі тощо. Налаштувати математичні моделі при плануванні соціальних процедур можна лише в процесі безпосереднього моделювання, зіставляючи результати з реальністю. При цьому для ідентифікації параметрів моделі можуть використовуватися реальні дані. Звісно, математичне моделювання має свої обмеження, реальний світ виявляється дуже складним для моделювання з достатнім рівнем деталізації. Більш-менш достовірні аналітичні моделі виявляються достатньо складними та багатопараметричними.

Виражена мета методології оцінки якості моделювання соціальних процедур полягає у тому, щоб забезпечити своєчасний і точний аналіз невідповідностей між розробленою моделлю і фактичним станом. Коли виявляються істотні розходження, які, наприклад, впливають на можливість успіху соціальної процедури, необхідно відкоригувати поточні плани, рішення та прогнози. Разом з тим, при плануванні у сфері, що розглядається, не можна діяти методом проб і помилок, тому необхідно розвивати методи, що дозволяють узагальнювати ретроспективні дані, та на цій основі перевіряти адекватність моделей.

1.2. Підходи до вивчення систем

Згідно з класичним визначенням система – це комплекс взаємодіючих елементів. Це, на перший погляд, просте визначення є надзвичайно глибоким і спонукає до різноманітних роздумів. Головне при цьому полягає в тому, що система має властивості, які принципово не зводяться до властивостей (суми властивостей) елементів, що її утворюють.

Якщо систему можна розглядати як сукупність елементів, що перебувають у взаємодії, то складна (велика) система – це система, яка перевершує за деякими параметрами компоненти (підсистеми), що входять до неї. При цьому фізичні розміри системи не є істотними, важливою особливістю складних систем є наявність властивостей, специфічних саме для системи та таких, що не впливають з відомих властивостей її елементів.

Безумовно, суспільство можна розглядати як складну систему. У багатьох великих системах проявляється властивість цілісності, тобто наявність таких властивостей, які не властиві жодній із складових системи, узятих окремо, поза системою. Ця властивість є результат виникнення між елементами системи так званих синергетичних зв'язків.

Прогрес у науці ХХ-го століття в значній мірі опирався на редукціоністський підхід, що базується на редукціонізмі (від лат. *Reductio* – повернення) – методологічному принципі, відповідно до якого складні явища можуть бути повністю пояснені за допомогою законів, притаманних явищам більш простим (наприклад, соціологічні явища підпорядковуються біологічним або економічним законам). Редукціонізм абсолютизує принцип редукції, ігноруючи специфіку більш високих рівнів організації.

Сьогодні, завдяки виникненню науки про складність (або концепції складних систем), ситуація змінюється. На цей час найбільш продуктивні підходи до моделювання соціальних процесів базуються на понятті, протилежному редукції – емерджентності. Термін «емерджентність» (англ. *Emergence* – виникнення, поява нового), що уперше був використаний Дж. Г. Льюїсом у роботі «Проблема життя й розуму» в 1875 р., має синонім – «системний ефект», що означає наявність у деякої системи особливих властивостей, не властивих її підсистемам і блокам, неможливість зведення властивостей системи до суми властивостей її компонент. Тобто емерджентність визнає, що у багатьох системах ціле є найчастіше більшим, ніж просто сума частин, на кожному рівні складності виникають нові якості, які не можна безпосередньо приписати відомих властивостям складових частин. Водночас, у деяких випадках, емерджентна властивість просто не має смислу, коли застосовується до складових частин.

Соціально-правові системи мають властивості, які необхідно враховувати як при моделюванні, так і при перевірці адекватності моделей, що застосовуються:

- прагнення до збереження структури та цілісності (гомеостазу);
- потреба в керуванні при взаємодії із зовнішнім середовищем з метою підтримки гомеостазу в середовищі, що змінюється;
- наявність у системи властивостей, відсутніх у її елементів або відмінних від них (емерджентність).

Для соціально-правових систем характерна дуже висока різноманітність, отже керування такими системами також має бути різноманітним за функціональністю.

В основі ефективного моделювання соціально-правових процесів на цей час застосовуються методи, що передбачають синергетичні підходи. Відомо, що синергетика (від грецького *συν* — «спільно» і *εργος* — «діючий») – це міждисциплінарний напрямок наукових досліджень, задачею якого є вивчення природних

явищ і процесів на основі принципів самоорганізації систем. Найбільш перспективним напрямком моделювання соціальних процесів є математичний опис самоорганізації середовища. Саме середовища, розвиток яких здійснюється за рахунок множини локальних взаємодій, вивчаються теорією складних систем. Взаємодії між окремими елементами складних систем визначають виникнення складної поведінки при відсутності централізованого керування. На цей час до теоретичних та технологічних засад концепції складності відносяться теорії детермінованого хаосу [4], складних мереж [5], синергетика [6], фрактальний [7] та хвильовий (вейвлет) аналіз [8], багатоагентне моделювання [9], тощо.

Так або інакше, сьогодні досягнуті певні успіхи в моделюванні соціально-правових процесів, які базуються на таких вже традиційних при моделюванні методах, як теорія нелінійних диференціальних рівнянь, теорія ігор і математична статистика. Зокрема, організаційно-технічні і нормативно-правові аспекти моделювання виборчих (референдумних) процесів, що відбуваються в Україні, розглянуті в роботах [10-14].

У роботах [15-17] основна увага приділена інформаційним аспектам соціальних процесів, в яких розглядається моделювання на основі методів математичної статистики, теорії ігор і дискретної математики. Слід визнати перспективними в цій області і теорію клітинних автоматів, уперше запропоновану Дж. фон Нейманом [18]. Відповідно до цього підходу, по аналогії з біологічними системами, динаміка соціальних груп описується в термінах популяцій. Зокрема, в [1] вводиться поняття електоральної популяції (ЕП), відносно стійкої соціальної групи, системотвірною ознакою якої є прихильність її членів до певної політичної сили і, відповідно, готовність голосувати за неї на виборах. Так само, як і в біології, електоральна популяція є нижчою формою соціальної організації. Складнішою є проблема природи взаємодії електоральних популяцій. На відміну від біологічних видів, в даному випадку одна і та ж особина може переходити з однієї популяції в іншу і навпаки. Крім того, швидкість електоральних процесів дуже велика, так що зміна поколінь в даному випадку, як правило, ролі не відіграє. При цьому рейтинги, засновані на соціологічних опитуваннях, не дають точного представлення про реальну чисельність тієї або іншої популяції вже тому, що кількість опитаних респондентів набагато менша реальної кількості соціально активних громадян. Вони швидше показують відносну міру впливу кожної політичної сили на суспільство в цілому. Саме цей захід і виражає політичну вагу відповідної сили. Політична сила, що стартувала при відносно слабкій підтримці, цілком може швидко «набрати оберти» і отримати помітне представництво. Але це означає, що спочатку вона мала помітну політичну вагу. Виникає природне питання: яким чином оцінити вагу політичної сили на ранніх стадіях виборчої кампанії? Окрім теоретичних прогнозів, в основі яких лежить якість передвиборної програми і роботи з електоратом, найефективнішим видається аналіз змін підтримки її виборцями, тобто аналіз відповідної динаміки.

Таким чином, з огляду на те, що соціально-правові процеси взагалі мають надзвичайно складну природу, вони важко піддаються моделюванню і прогнозуванню, що визначається двома групами чинників :

- суб'єктивними, пов'язаними із свідомою, цілеспрямованою діяльністю людей, які беруть участь в цих процесах;
- об'єктивними, пов'язаними з тим, що в соціально-правовій системі з великою кількістю елементів діють статистичні закони, котрі надають динаміці цих процесів додаткові характеристики.

Суб'єктивні чинники обумовлюють застосування експертних оцінок, думок аналітиків, яким іноді вдається прогнозувати деякі загальні закономірності соціально-правових процесів.

Об'єктивні чинники пояснюються статистичною природою. Вони піддаються точному аналізу і допускають кількісні оцінки, які можуть використовуватися для побудови обґрунтованих прогнозів. Слабкою стороною при цьому є та обставина, що статистика сама по собі дозволяє описувати лише формальні аспекти явищ, що вивчаються, залишаючи за рамками змістовні. Саме у зв'язку з цим виникає необхідність розвитку інструментальних засобів, що застосовуються при вивченні соціально-правових процесів. Одним з найбільш перспективних напрямів в цьому плані є, безумовно, математичне моделювання, головна перевага якого – можливість одночасної участі як формальних, так і змістовних аспектів, що визначають динаміку досліджуваного процесу. Дійсно, структура моделі відображає зміст процесу, а математичні методи забезпечують формальну чіткість моделі і надійність отриманих результатів.

Розрізняють два основних види математичного моделювання складних систем – аналітичне та імітаційне. Ідеальні аналітичні моделі допускають строге аналітичне рішення, або, щонайменше, постановку, наприклад, у вигляді систем диференціальних рівнянь. Однак, аналітичні рішення не завжди досяжні. Тому, особливо останнім часом, і особливо при рішенні соціальних проблем, аналітики всі частіше застосовують імітаційне моделювання. Імітаційну модель можна розглядати як множину правил, що визначають майбутній стан системи на підставі поточного. При цьому процес моделювання полягає у спостереженні еволюції системи в часі за визначеними правилами і, відповідно, оцінки адекватності моделі, коли це можливо.

Рівняння, правила і обмеження, що утворюють модель соціально-правового процесу, описують загальний характер його протікання. Зв'язок з реальністю при цьому забезпечується за допомогою використання набору емпіричних параметрів, які відповідають конкретним умовам. Визначення їх значень є окремим завданням, пов'язаним з проблемою вимірювання, рішення якої пов'язане з серйозними практичними труднощами.

Стосовно соціально-правових явищ перспективним, на наш погляд, є вивчення впливу зміни параметрів, що задаються експертами, на поведінку (адекватність) усієї моделі. При такому підході не вимагаються точні значення параметрів, просто ведеться спостереження за тим, що станеться, якщо змінювати, скажімо, на декілька відсотків, значення того або іншого параметра. Можлива також і певна обернена задача – за реальною поведінкою деякої емпіричної залежності оцінити величину шуканого невідомого параметра.

При формулюванні постановки задачі прогнозування реакції досліджуваної соціально-правової системи при її відомому стані на задані впливи, тобто отри-

мання величин Y при заданих X , маємо справу з прямою задачею. Пряма задача є типовою при моделюванні поведінки системи, якщо запити до інформаційної моделі носять характер «що відбудеться, якщо...».

Протилежним, більш складним класом подібних завдань, є обернені задачі. Метою оберненої задачі виступає отримання вхідних величин X , що відповідають значенням виходів Y , які спостерігаються. При моделюванні соціально-правових систем відповідний запит до моделі формулюється як пошук зовнішніх умов (правових обмежень), які привели до реалізованих відгуків системи – соціальних явищ.

Для деяких випадків обернені задачі в чистому вигляді ставляться відносно рідко, тому що переважно є додаткові відомості про систему. Наприклад, крім виміряного відгуку, можуть бути відомі деякі змінні стану системи, частина параметрів. У цьому випадку задача відноситься до класу комбінованих задач: за відомими значеннями частини компонент вхідного X і вихідного Y векторів відновити решту невідомих компонент, тобто вектор (X, Y) розглядається одночасно як вхідний і вихідний.

Характерна особливість розглянутих задач полягає в тому, що вони переважно некоректно поставлені, зокрема, не виконується умова єдиності розв'язку і його стійкості до малих змін початкових даних, і тому вимагають спеціалізованих методів розв'язку.

Знання загальної поведінки стійких рішень при моделюванні дозволяє прогнозувати розвиток загальних тенденцій в системі, що вивчається, навіть у тому випадку, коли дослідник не має точного представлення про конкретні механізми, що визначають хід розвитку подій, причому такого роду прогнози дуже часто виявляються точнішими, ніж отримані традиційними соціологічними методами. Якщо ж рішення виявляються нестійкими, то з цього також може бути отримана цінна інформація про систему. Буде хоча б відомо, що така система може миттєво змінити траєкторію свого розвитку, і у деяких випадках можна буде передбачити результати таких змін.

Спроби моделювання соціально-правових процесів робилися давно, але вони гальмувалися обчислювальними труднощами, особливо за використання при моделюванні нелінійних рівнянь, що описують динаміку систем із зворотними зв'язками. Зараз у розпорядженні є достатній обсяг можливостей для комп'ютерної обробки даних, що дозволяє, з одного боку, готувати набори вхідних параметрів на підставі аналізу результатів статистичних досліджень, а з іншого боку – вирішувати необхідні рівняння з хорошою мірою точності і за розумний час. Крім того, сучасні пакети прикладних програм, призначених для вирішення математичних завдань, дозволяють не лише оперативно отримувати рішення, але і подавати їх в зручній для користувача формі, наприклад, у вигляді графіків, що відображують тенденції, які представляють інтерес.

Розвиток інформаційних технологій, комп'ютерних мереж і методів розподілених обчислень дає підстави вважати, що математичне моделювання стане з часом одним з основних інструментальних засобів в соціально-правових дослідженнях.

1.3. Особливості соціальної динаміки

Одним з напрямків дослідження соціально-правових процесів є вивчення соціальної динаміки. В динаміці соціально-правових процесів існують одиночні та нерегулярні «сплески» – різкі зміни значень кількісних показників у деякі моменти часу. У різні періоди часу спостерігаються різні закономірності, притаманні соціальним процесам, зокрема, періоди наявної регулярної динаміки змінюються хаотичними коливаннями. Досвід свідчить, що соціальним явищам властива скоріше непрогнозована поведінка, ніж передбачувані стани. Під впливом зовнішнього середовища система може переходити до передбаченої поведінки – хаосу. Але іноді виникають обернені переходи – від хаосу до порядку (приклад з фізики – лазер, який після деякого порогу збудження починає генерувати когерентне світлове випромінювання, у соціології – перехід до стабільного суспільства після революцій і кризових явищ).

Невпорядковану, непрогнозовану, випадкову поведінку системи пов'язують з недетермінованим хаосом, при якому неможливо вивести закономірності визначення майбутнього стану системи, знаючи її попередній стан. Але сьогодні значна увага вчених звернена на детермінований хаос, який породжується не випадковою поведінкою великої кількості елементів системи, а внутрішньою сутністю процесів. Поведінка соціальних систем у повній мірі відповідає визначенню детермінованого хаосу. Для моделей складних систем, якими є соціально-правові системи, рівняння, що адекватно описують їх поведінку, виявляються настільки складними, що не можуть бути розв'язані аналітичними методами. Тому дослідження їх звичайно проводяться засобами імітаційного і комп'ютерного моделювання.

Для подальшого викладу зробимо деякий понятійний відступ. При рішенні нелінійних задач стан системи та ступінь її організованості зображують за допомогою так званого фазового простору, координатами в якому є параметри, що характеризують систему. Наприклад, для опису систем у механіці як координати фазового простору використовуються положення окремих точок та їхні швидкості. В цьому разі детермінований хаос відображується неперервною траєкторією, яка у деяких випадках може поступово заповнювати весь фазовий простір (будь який малий окіл фазового простору буде перетинати безліч фазових траєкторій). Ця властивість детермінованого хаосу призводить до поняття фракталів, фрактальної розмірності, наприклад, для траєкторії хаусдорфова її розмірність є дробовим числом.

Ключовими поняттями теорії складних систем є «біфуркації» та «аттрактори». Під точкою біфуркації звичайно розуміють стан системи, після якого можлива деяка множина варіантів її розвитку. Та траєкторія, або та множина траєкторій, за якими можливий розвиток системи після точки біфуркації, які відрізняються від інших відносною стійкістю, називаються аттракторами. Тобто аттрактор мов би притягує до себе множину траєкторій, можливих після точки біфуркації. У теорії складних систем вивчаються властивості точок біфуркації і аттракторів та встановлюються закономірності розвитку таких систем, переходи від хаосу до порядку та навпаки.

Дійсно, через біфуркацію може виникнути й хаос. Наведемо абстрактний, але досить переконливий приклад, каскад біфуркацій М. Фейгенбаума, один з типових сценаріїв переходу від простого періодичного режиму до складного аперіодичного при нескінченному подвоєнні періоду [19]. Послідовність Фейгенбаума має самоподібну, фрактальну структуру – збільшення будь-якої області демонструє подібність виділеної ділянки до всієї структури.

Фейгенбаум аналізував логістичне рівняння $X_{n+1} = CX_n - CX_n^2$, де C – зовнішній параметр, звідки вивів, що при деяких обмеженнях у всіх подібних рівняннях відбувається перехід від рівноважного стану до хаосу.

Біологічне застосування цього рівняння трактується таким чином. Передбачалося, що ізольовано живе популяція особин чисельністю X_n . Через рік з'являється потомство чисельністю X_{n+1} . Ріст популяції описується першим членом правої частини рівняння (CX_n), де коефіцієнт C визначає швидкість росту і є визначальним параметром. Втрата особин (через перенаселення, нестачу їжі тощо) визначається нелінійною складовою CX_n^2 .

Результати розрахунків (рис. 1) показують, що:

- при $C < 1$ популяція з ростом n вимирає;
- на проміжку $1 < C < 3$ чисельність популяції наближається до постійного значення $X_0 = 1 - 1/C$, що є областю стаціонарних, фіксованих рішень. При значенні $C = 3$ точка біфуркації стає відштовхуючою фіксованою точкою;

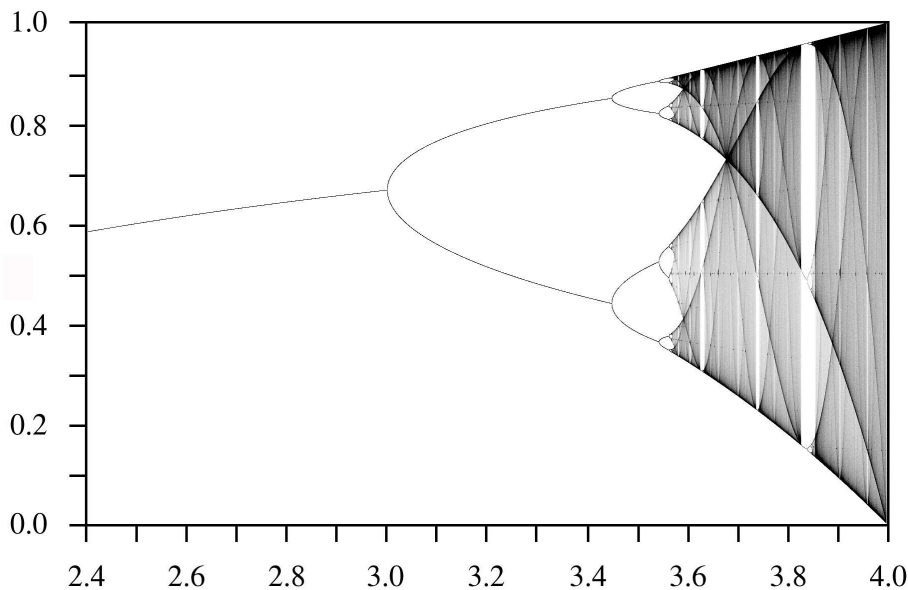


Рис. 1. Каскад біфуркацій (послідовність Фейгенбаума): вісь абсцис – значення параметра C , вісь ординат – значення X_n

– у діапазоні $3 < C < 3.57$ починають з'являтися біфуркації й розгалуження кожної кривої на дві. Чисельність популяції коливається між двома значеннями в межах цих кривих. Спочатку популяція різко зростає, у наступному році виникає перенаселення, і через рік чисельність знову зменшується;

– при $C > 3.57$ відбувається перекривання різних областей і поведінка системи стає хаотичною.

Звідси висновок – заключним станом багатьох систем, що швидко еволюціонують, є стан динамічного хаосу.

За допомогою теорії біфуркацій можна прогнозувати характер руху, що виникає при переході системи в якісно інший стан, а також область існування системи та оцінити її стійкість. Як відомо, біфуркації виникають при переході системи від стану видимої стабільності та рівноваги до хаосу.

За допомогою теорії хаосу можна не тільки побудувати або уточнити прогноз, але й, відповідно, перевірити його. Однак на цей час ще не існує точного математичного апарату застосування цієї теорії для соціальних досліджень, разом з тим, з її допомогою вже сьогодні можна передбачити переходи моделей систем, представлених в аналітичному вигляді, у хаотичний стан. Мабуть, це дійсно один з найперспективніших напрямків прикладних досліджень соціальних процесів.

Як відомо, у математиці катастрофами називаються стрибкоподібні зміни, які виникають у вигляді відповіді системи на плавну зміну зовнішніх умов. Соціальні процедури можуть викликати процеси, які найкраще описуються в рамках теорії катастроф: «біля точок біфуркації в системах можна спостерігати значні флуктуації. Такі системи начебто коливаються перед вибором одного з декількох шляхів еволюції. Невелика флуктуація може служити початком еволюції в повністю новому напрямку, що різко змінить всю поведінку макроскопічної системи» [20]. Це твердження пояснює, чому так важко боротися з катастрофою, коли її ознаки стали вже помітними: швидкість її наближення безмежно зростає в міру наближення до катастрофи [21].

1.4. Правові обмеження у соціальному моделюванні

Моделювання здійснюється у певних рамках, тих, які спрямовані на рівень об'єктивності та відповідності майбутньої моделі.

З погляду соціально-правового моделювання явищ і процесів, які відбуваються у суспільстві (соціальні, економічні, інформаційних відносин та ін.) побудова близької до реальності моделі здійснюється у результаті співвідношення відповідних положень нормативно-правових актів, в першу чергу – законодавчих, з реальним впровадженням їх у повсякденне життя.

Крім того, у системі правового моделювання маємо основні граничні умови, що задаються суспільними правовими нормами і правилами.

Для прикладу розглянемо деякі принципові законодавчі граничні умови побудови моделі інформаційних відносин.

У національному законодавчому просторі установчі та регуляторні норми і правила відображені у досить значній кількості нормативно-правових актів [22-74]. При цьому необхідно мати на увазі, що більшість норм і правил, які встановлюються цими нормативно-правовими актами, є похідними основних норм правил, встановлених основоположними законодавчими актами у цієї сфері.

До таких основоположних нормативно-правових актів у сфері інформаційних відносин слід віднести Конституцію України [22], закони України «Про внесення змін до Закону України «Про інформацію» [23] та «Про доступ до публічної інформації» [24], а також, зокрема, принципи на думку авторів, рішення Конституційного Суду України у справі за конституційним поданням Жашківської районної ради Черкаської області щодо офіційного тлумачення положень частин першої, другої статті 32, частин другої, третьої статті 34 Конституції України від 20 січня 2012 року № 2-рп/2012 [25].

Норми і правила, які закладені у зазначених законодавчих актах, є основою тих граничних умов, які дозволяють почати створення загальної моделі інформаційних відносин у суспільстві. У разі необхідності деталізації (конкретизації) цієї моделі інформаційних відносин, зрозуміло, що необхідно буде розширювати та доповнювати граничні умови нормами і правилами інших, більше спеціалізованих, нормативно-правових актів.

Розглянемо нормативно-правові граничні умови або нормативно-правові початкові дані побудови моделі інформаційних відносин в Україні.

Конституція України наступними своїми положеннями визначає характер та політику інформаційних відносин у суспільстві:

Стаття 3. *Людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю.*

Права і свободи людини та їх гарантії визначають зміст і спрямованість діяльності держави. Держава відповідає перед людиною за свою діяльність. Утвердження і забезпечення прав і свобод людини є головним обов'язком держави.

Стаття 15. *Суспільне життя в Україні ґрунтується на засадах політичної, економічної та ідеологічної багатоманітності.*

Жодна ідеологія не може визнаватися державою як обов'язкова.

Цензура заборонена.

Держава гарантує свободу політичної діяльності, не забороненої Конституцією і законами України.

Стаття 17. *Захист суверенітету і територіальної цілісності України, забезпечення її економічної та інформаційної безпеки є найважливішими функціями держави, справою всього Українського народу.*

Стаття 31. *Кожному гарантується таємниця листування, телефонних розмов, телеграфної та іншої кореспонденції. Винятки можуть бути встановлені лише судом у випадках, передбачених законом, з метою запобігти злочинові чи з'ясувати істину під час розслідування кримінальної справи, якщо іншими способами одержати інформацію неможливо.*

Стаття 32. *Ніхто не може зазнавати втручання в його особисте і сімейне життя, крім випадків, передбачених Конституцією України.*

Не допускається збирання, зберігання, використання та поширення конфіденційної інформації про особу без її згоди, крім випадків, визначених законом, і лише в інтересах національної безпеки, економічного добробуту та прав людини.

Кожний громадянин має право знайомитися в органах державної влади, органах місцевого самоврядування, установах і організаціях з відомостями про себе, які не є державною або іншою захищеною законом таємницею.

Кожному гарантується судовий захист права спростовувати недостовірну інформацію про себе і членів своєї сім'ї та права вимагати вилучення будь-якої інформації, а також право на відшкодування матеріальної і моральної шкоди, завданої збиранням, зберіганням, використанням та поширенням такої недостовірної інформації.

«Стаття 34. *Кожному гарантується право на свободу думки і слова, на вільне вираження своїх поглядів і переконань.*

Кожен має право вільно збирати, зберігати, використовувати і поширювати інформацію усно, письмово або в інший спосіб – на свій вибір.

Стаття 40. *Усі мають право направляти індивідуальні чи колективні письмові звернення або особисто звертатися до органів державної влади, органів місцевого самоврядування та посадових і службових осіб цих органів, що зобов'язані розглянути звернення і дати обґрунтовану відповідь у встановлений законом строк.*

Стаття 50. *Кожен має право на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди.*

Кожному гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення. Така інформація ніким не може бути засекречена.

Конкретизація положень Основного закону України у сфері інформаційних відносин здійснюється основоположним документом у цієї сфері – Законом України «Про інформацію»:

Стаття 2. *Основні принципи інформаційних відносин*

1. Основними принципами інформаційних відносин є:

гарантованість права на інформацію;

відкритість, доступність інформації, свобода обміну інформацією;

достовірність і повнота інформації;

свобода вираження поглядів і переконань;

правомірність одержання, використання, поширення, зберігання та захисту інформації;

захищеність особи від втручання в її особисте та сімейне життя.

Стаття 5. *Право на інформацію*

1. Кожен має право на інформацію, що передбачає можливість вільного одержання, використання, поширення, зберігання та захисту інформації, необхідної для реалізації своїх прав, свобод і законних інтересів.

Реалізація права на інформацію не повинна порушувати громадські, політичні, економічні, соціальні, духовні, екологічні та інші права, свободи і законні інтереси інших громадян, права та інтереси юридичних осіб.

Стаття 6. *Гарантії права на інформацію*

2. Право на інформацію може бути обмежене законом в інтересах національної безпеки, територіальної цілісності або громадського порядку, з метою запобігання заворушенням чи злочинам, для охорони здоров'я населення, для

захисту репутації або прав інших людей, для запобігання розголошенню інформації, одержаної конфіденційно, або для підтримання авторитету і неупередженості правосуддя.

Стаття 9. Основні види інформаційної діяльності

1. Основними видами інформаційної діяльності є створення, збирання, одержання, зберігання, використання, поширення, охорона та захист інформації.

Стаття 10. Види інформації за змістом

За змістом інформація поділяється на такі види:

- інформація про фізичну особу;
- інформація довідково-енциклопедичного характеру;
- інформація про стан довкілля (екологічна інформація);
- інформація про товар (роботу, послугу);
- науково-технічна інформація;
- податкова інформація;
- правова інформація;
- статистична інформація;
- соціологічна інформація;
- інші види інформації.

Стаття 20. Доступ до інформації

1. За порядком доступу інформація поділяється на відкриту інформацію та інформацію з обмеженим доступом.

2. Будь-яка інформація є відкритою, крім тієї, що віднесена законом до інформації з обмеженим доступом.

Стаття 21. Інформація з обмеженим доступом

1. Інформацією з обмеженим доступом є конфіденційна, таємна та службова інформація.

4. До інформації з обмеженим доступом не можуть бути віднесені такі відомості:

- 1) про стан довкілля, якість харчових продуктів і предметів побуту;
- 2) про аварії, катастрофи, небезпечні природні явища та інші надзвичайні ситуації, що сталися або можуть статися і загрожують безпеці людей;
- 3) про стан здоров'я населення, його життєвий рівень, включаючи харчування, одяг, житло, медичне обслуговування та соціальне забезпечення, а також про соціально-демографічні показники, стан правопорядку, освіти і культури населення;
- 4) про факти порушення прав і свобод людини і громадянина;
- 5) про незаконні дії органів державної влади, органів місцевого самоврядування, їх посадових та службових осіб;
- 6) інші відомості, доступ до яких не може бути обмежено відповідно до законів та міжнародних договорів України, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України.

Стаття 22. Масова інформація та її засоби

1. Масова інформація - інформація, що поширюється з метою її доведення до необмеженого кола осіб.

Стаття 24. *Заборона цензури та заборона втручання в професійну діяльність журналістів і засобів масової інформації*

1. *Забороняється цензура - будь-яка вимога, спрямована, зокрема, до журналіста, засобу масової інформації, його засновника (співзасновника), видавця, керівника, розповсюджувача, узгоджувати інформацію до її поширення або накладення заборони чи перешикоджання в будь-якій іншій формі тиражуванню або поширенню інформації.*

Ця заборона не поширюється на випадки, коли попереднє узгодження інформації здійснюється на підставі закону, а також у разі накладення судом заборони на поширення інформації.

2. *Забороняються втручання у професійну діяльність журналістів, контроль за змістом поширюваної інформації, зокрема з метою поширення чи непоширення певної інформації, замовчування суспільно необхідної інформації, накладення заборони на висвітлення окремих тем, показ окремих осіб або поширення інформації про них, заборони критикувати суб'єкти владних повноважень, крім випадків, встановлених законом, договором між засновником (власником) і трудовим колективом, редакційним статутом.*

Стаття 28. *Неприпустимість зловживання правом на інформацію*

1. *Інформація не може бути використана для закликів до повалення конституційного ладу, порушення територіальної цілісності України, пропаганди війни, насильства, жорстокості, розпалювання міжетнічної, расової, релігійної ворожнечі, вчинення терористичних актів, посягання на права і свободи людини.*

Стаття 29. *Поширення суспільно необхідної інформації*

1. *Інформація з обмеженим доступом може бути поширена, якщо вона є суспільно необхідною, тобто є предметом суспільного інтересу, і право громадськості знати цю інформацію переважає потенційну шкоду від її поширення.*

2. *Предметом суспільного інтересу вважається інформація, яка свідчить про загрозу державному суверенітету, територіальній цілісності України; забезпечує реалізацію конституційних прав, свобод і обов'язків; свідчить про можливість порушення прав людини, введення громадськості в оману, шкідливі екологічні та інші негативні наслідки діяльності (бездіяльності) фізичних або юридичних осіб тощо.*

Стаття 30. *Звільнення від відповідальності*

1. *Ніхто не може бути притягнутий до відповідальності за висловлення оціночних суджень.*

2. *Оціночними судженнями, за винятком клевети, є висловлювання, які не містять фактичних даних, критика, оцінка дій, а також висловлювання, що не можуть бути витлумачені як такі, що містять фактичні дані, зокрема з огляду на характер використання мовно-стилістичних засобів (вживання гіпербол, алегорій, сатири). Оціночні судження не підлягають спростуванню та доведенню їх правдивості.*

Подальша конкретизація основних складових інформаційних відносин, з урахування тенденцій розвитку світового та вітчизняного суспільства, здійснюється через положення Закону України «Про доступ до публічної інформації»:

Стаття 1. Публічна інформація

1. Публічна інформація - це відображена та задокументована будь-якими засобами та на будь-яких носіях інформація, що була отримана або створена в процесі виконання суб'єктами владних повноважень своїх обов'язків, передбачених чинним законодавством, або яка знаходиться у володінні суб'єктів владних повноважень, інших розпорядників публічної інформації, визначених цим Законом.

2. Публічна інформація є відкритою, крім випадків, встановлених законом.

Стаття 3. Гарантії забезпечення права на доступ до публічної інформації

1. Право на доступ до публічної інформації гарантується:

1) обов'язком розпорядників інформації надавати та оприлюднювати інформацію, крім випадків, передбачених законом;

5) здійсненням парламентського, громадського та державного контролю за дотриманням прав на доступ до публічної інформації;

Стаття 4. Принципи забезпечення доступу до публічної інформації

1. Доступ до публічної інформації відповідно до цього Закону здійснюється на принципах:

1) прозорості та відкритості діяльності суб'єктів владних повноважень;

2) вільного отримання та поширення інформації, крім обмежень, встановлених законом;

Стаття 5. Забезпечення доступу до інформації

1. Доступ до інформації забезпечується шляхом:

1) систематичного та оперативного оприлюднення інформації:

в офіційних друкованих виданнях;

на офіційних веб-сайтах в мережі Інтернет;

на інформаційних стендах;

будь-яким іншим способом;

Стаття 6. Публічна інформація з обмеженим доступом

1. Інформацією з обмеженим доступом є:

1) конфіденційна інформація;

2) таємна інформація;

3) службова інформація.

2. Обмеження доступу до інформації здійснюється відповідно до закону при дотриманні сукупності таких вимог:

1) виключно в інтересах національної безпеки, територіальної цілісності або громадського порядку з метою запобігання заворушенням чи злочинам, для охорони здоров'я населення, для захисту репутації або прав інших людей, для запобігання розголошенню інформації, одержаної конфіденційно, або для підтримання авторитету і неупередженості правосуддя;

2) розголошення інформації може завдати істотної шкоди цим інтересам;

3) шкода від оприлюднення такої інформації переважає суспільний інтерес в її отриманні.

5. Не може бути обмежено доступ до інформації про розпорядження бюджетними коштами, володіння, користування чи розпорядження державним, комунальним майном, у тому числі до копій відповідних документів, умови отримання цих коштів чи майна, прізвища, імена, по батькові фізичних осіб та

найменування юридичних осіб, які отримали ці кошти або майно. При дотриманні вимог, передбачених частиною другою цієї статті, зазначене положення не поширюється на випадки, коли оприлюднення або надання такої інформації може завдати шкоди інтересам національної безпеки, оборони, розслідуванню чи запобіганню злочину.

6. Не належать до інформації з обмеженим доступом декларації про доходи осіб та членів їхніх сімей, які:

- 1) претендують на зайняття чи займають виборну посаду в органах влади;
- 2) обіймають посаду державного службовця, службовця органу місцевого самоврядування першої або другої категорії.

7. Обмеженню доступу підлягає інформація, а не документ. Якщо документ містить інформацію з обмеженим доступом, для ознайомлення надається інформація, доступ до якої необмежений.

Стаття 7. Конфіденційна інформація

1. Конфіденційна інформація - інформація, доступ до якої обмежено фізичною або юридичною особою, крім суб'єктів владних повноважень, та яка може поширюватися у визначеному ними порядку за їхнім бажанням відповідно до передбачених ними умов. Не може бути віднесена до конфіденційної інформація, зазначена в частині першій і другій статті 13 цього Закону.

Стаття 8. Таємна інформація

1. Таємна інформація - інформація, доступ до якої обмежується відповідно до частини другої статті 6 цього Закону, розголошення якої може завдати шкоди особі, суспільству і державі. Таємною визнається інформація, яка містить державну, професійну, банківську таємницю, таємницю слідства та іншу передбачену законом таємницю.

Стаття 9. Службова інформація

1. Відповідно до вимог частини другої статті 6 цього Закону до службової може належати така інформація:

- 1) що міститься в документах суб'єктів владних повноважень, які становлять внутрішньому службову кореспонденцію, доповідні записки, рекомендації, якщо вони пов'язані з розробкою напряму діяльності установи або здійсненням контрольних, наглядових функцій органами державної влади, процесом прийняття рішень і передують публічному обговоренню та/або прийняттю рішень;
- 2) зібрана в процесі оперативно-розшукової, контррозвідувальної діяльності, у сфері оборони країни, яку не віднесено до державної таємниці.

Перелік відомостей, що становлять службову інформацію, який складається органами державної влади, органами місцевого самоврядування, іншими суб'єктами владних повноважень, у тому числі на виконання делегованих повноважень, не може бути обмеженим у доступі.

З урахуванням суспільного інтересу до окремих складових публічної інформації, які мають досить принципове значення, Конституційний Суд України у справі за конституційним поданням Жашківської районної ради Черкаської області щодо офіційного тлумачення положень частин першої, другої статті 32, частин другої, третьої статті 34 Конституції України визначив наступне:

1. В аспекті конституційного подання положення частин першої, другої статті 32, частин другої, третьої статті 34 Конституції України слід розуміти так:

– інформацією про особисте та сімейне життя особи є будь-які відомості та/або дані про відносини немайнового та майнового характеру, обставини, події, стосунки тощо, пов'язані з особою та членами її сім'ї, за винятком передбаченої законами інформації, що стосується здійснення особою, яка займає посаду, пов'язану з виконанням функцій держави або органів місцевого самоврядування, посадових або службових повноважень. Така інформація про особу є конфіденційною;

– збирання, зберігання, використання та поширення конфіденційної інформації про особу без її згоди державою, органами місцевого самоврядування, юридичними або фізичними особами є втручанням в її особисте та сімейне життя. Таке втручання допускається винятково у випадках, визначених законом, і лише в інтересах національної безпеки, економічного добробуту та прав людини.

Аналіз цих положень дозволяє звести їх до наступних законодавчих граничних умов (початкових даних), які можуть бути визначальними для побудови моделі інформаційних відносин, розбивши їх на три категорії: настановні, дозвільні та заборонені:

Настановні	Дозвільні	Заборонні
<p>Інформація - будь-які відомості та/або дані, які можуть бути збережені на матеріальних носіях або відображені в електронному вигляді (ст.1 [23]).</p> <p>Основними видами інформаційної діяльності є створення, збирання, одержання, зберігання, використання, поширення, охорона та захист інформації (ст.9 [23]).</p> <p>Права і свободи людини та їх гарантії визначають зміст і спрямованість діяльності держави (ст.3 [22]).</p> <p>Цензура заборонена (ст.15 [22]).</p> <p>Захист суверенітету і територіальної цілісності України, забезпечення її економічної та інформаційної безпеки є найважливішими функціями держави, справою</p>	<p>Кожний громадянин має право знайомитися в органах державної влади, органах місцевого самоврядування, установах і організаціях з відомостями про себе, які не є державною або іншою захищеною законом таємницею (ст.32 [22]).</p> <p>Кожен має право вільно збирати, зберігати, використовувати і поширювати інформацію усно, письмово або в інший спосіб - на свій вибір (ст.34 [22]).</p> <p>Кожному гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення (ст.50 [22]).</p> <p>Основними принципами інформаційних відносин є:</p>	<p>Ніхто не може зазнавати втручання в його особисте і сімейне життя, крім випадків, передбачених Конституцією України (ст.32 [22]).</p> <p>Не допускається збирання, зберігання, використання та поширення конфіденційної інформації про особу без її згоди, крім випадків, визначених законом, і лише в інтересах національної безпеки, економічного добробуту та прав людини (ст.32 [22]).</p> <p>Кожному гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення. Така інформація ніким не може бути засекречена (ст.50 [22]).</p> <p>Основними принципами інформаційних відносин є:</p>

<p>всього Українського народ (ст.17 [22]).</p> <p>Кожному гарантується таємниця листування, телефонних розмов, телеграфної та іншої кореспонденції (ст.31 [22]).</p> <p>Кожному гарантується право на свободу думки і слова, на вільне вираження своїх поглядів і переконань (ст.34 [22]).</p> <p>Основними принципами інформаційних відносин є: гарантованість права на інформацію; відкритість, доступність інформації, свобода обміну інформацією; достовірність і повнота інформації; свобода вираження поглядів і переконань; правомірність одержання, використання, поширення, зберігання та захисту інформації; захищеність особи від втручання в її особисте та сімейне життя (ст.2 [23]).</p> <p>За змістом інформація поділяється на такі види: інформація про фізичну особу; інформація довідково-енциклопедичного характеру; інформація про стан довкілля (екологічна інформація); інформація про товар (роботу, послугу); науково-технічна інформація; податкова інформація; правова інформація; статистична інформація; соціологічна інформація; інші види інформації (ст.10 [23]).</p> <p>За порядком доступу інформація поділяється на відкри-</p>	<p>відкритість, доступність інформації, свобода обміну інформацією;</p> <p>достовірність і повнота інформації;</p> <p>свобода вираження поглядів і переконань;</p> <p>правомірність одержання, використання, поширення, зберігання та захисту інформації;</p> <p>захищеність особи від втручання в її особисте та сімейне життя (ст.2 [23]).</p> <p>Кожен має право на інформацію, що передбачає можливість вільного одержання, використання, поширення, зберігання та захисту інформації, необхідної для реалізації своїх прав, свобод і законних інтересів (ст.5 [23]).</p> <p>Будь-яка інформація є відкритою, крім тієї, що віднесена законом до інформації з обмеженим доступом (ст.20 [23]).</p> <p>Ця заборона (<i>цензури – авт.</i>) не поширюється на випадки, коли попереднє узгодження інформації здійснюється на підставі закону, а також у разі накладення судом заборони на поширення інформації (ст.24 [23]).</p> <p>Інформація з обмеженим доступом може бути поширена, якщо вона є суспільно необхідною, тобто є предметом суспільного інтересу, і право громадськості знати цю інформацію переважає потенційну шкоду від її поширення (ст.29 [23]).</p> <p>Предметом суспільного інтересу вважається інформація, яка свідчить про загрозу державному суверенітету,</p>	<p>захищеність особи від втручання в її особисте та сімейне життя (ст.2 [23]).</p> <p>Реалізація права на інформацію не повинна порушувати громадські, політичні, економічні, соціальні, духовні, екологічні та інші права, свободи і законні інтереси інших громадян, права та інтереси юридичних осіб (ст.5 [23]).</p> <p>Право на інформацію може бути обмежене законом в інтересах національної безпеки, територіальної цілісності або громадського порядку, з метою запобігання заворушенням чи злочинам, для охорони здоров'я населення, для захисту репутації або прав інших людей, для запобігання розголошенню інформації, одержаної конфіденційно, або для підтримання авторитету і неупередженості правосуддя (ст.6 [23]).</p> <p>До інформації з обмеженим доступом не можуть бути віднесені такі відомості:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) про стан довкілля, якість харчових продуктів і предметів побуту; 2) про аварії, катастрофи, небезпечні природні явища та інші надзвичайні ситуації, що сталися або можуть статися і загрожують безпеці людей; 3) про стан здоров'я населення, його життєвий рівень, включаючи харчування, одяг, житло, медичне обслуговування та соціальне забезпечення, а також про соціально-демографічні показники, стан правопорядку, освіти і культури населення; 4) про факти порушення прав і свобод людини і громадянина; 5) про незаконні дії органів
--	---	--

<p>ту інформацію та інформацію з обмеженим доступом (ст.20 [23]).</p> <p>Інформацією з обмеженим доступом є конфіденційна, таємна та службова інформація (ст.21 [23]).</p> <p>Масова інформація - інформація, що поширюється з метою її доведення до необмеженого кола осіб. (ст.22 [23]).</p> <p>Оціночними судженнями, за винятком наклепу, є висловлювання, які не містять фактичних даних, критика, оцінка дій, а також висловлювання, що не можуть бути витлумачені як такі, що містять фактичні дані, зокрема з огляду на характер використання мовно-стилістичних засобів (вживання гіпербол, алегорій, сатири). Оціночні судження не підлягають спростуванню та доведенню їх правдивості (ст.30 [23]).</p> <p>Публічна інформація - це відображена та задокументована будь-якими засобами та на будь-яких носіях інформація, що була отримана або створена в процесі виконання суб'єктами владних повноважень своїх обов'язків, передбачених чинним законодавством, або яка знаходиться у володінні суб'єктів владних повноважень, інших розпорядників публічної інформації, визначених цим Законом (ст.1 [24]).</p> <p>Доступ до інформації забезпечується шляхом:</p> <p>1) систематичного та оперативного оприлюднення інформації:</p> <p>в офіційних друкованих ви-</p>	<p>територіальній цілісності України; забезпечує реалізацію конституційних прав, свобод і обов'язків; свідчить про можливість порушення прав людини, введення громадськості в оману, шкідливі екологічні та інші негативні наслідки діяльності (бездіяльності) фізичних або юридичних осіб тощо (ст.29 [23]).</p> <p>Публічна інформація є відкритою, крім випадків, встановлених законом (ст.1 [24]).</p> <p>Доступ до публічної інформації відповідно до цього Закону здійснюється на принципах:</p> <p>1) прозорості та відкритості діяльності суб'єктів владних повноважень;</p> <p>2) вільного отримання та поширення інформації, крім обмежень, встановлених законом (ст.4 [24]).</p> <p>Не може бути обмежено доступ до інформації про розпорядження бюджетними коштами, володіння, користування чи розпорядження державним, комунальним майном, у тому числі до копій відповідних документів, умови отримання цих коштів чи майна, прізвища, імена, по батькові фізичних осіб та найменування юридичних осіб, які отримали ці кошти або майно. При дотриманні вимог, передбачених частиною другою цієї статті, зазначене положення не поширюється на випадки, коли оприлюднення або надання такої інформації може завдати шкоди інтересам національної безпеки, оборони, розслідуванню чи запобіганню злочину (ст.6 [24]).</p>	<p>державної влади, органів місцевого самоврядування, їх посадових та службових осіб;</p> <p>б) інші відомості, доступ до яких не може бути обмежено відповідно до законів та міжнародних договорів України, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України (ст.21 [23]).</p> <p>Забороняється цензура - будь-яка вимога, спрямована, зокрема, до журналіста, засобу масової інформації, його засновника (співзасновника), видавця, керівника, розповсюджувача, узгоджувати інформацію до її поширення або накладення заборони чи перешкоджання в будь-якій іншій формі тиражуванню або поширенню інформації (ст.24 [23]).</p> <p>Забороняються втручання у професійну діяльність журналістів, контроль за змістом поширюваної інформації, зокрема з метою поширення чи непоширення певної інформації, замовчування суспільно необхідної інформації, накладення заборони на висвітлення окремих тем, показ окремих осіб або поширення інформації про них, заборони критикувати суб'єкти владних повноважень, крім випадків, встановлених законом, договором між засновником (власником) і трудовим колективом, редакційним статутом (ст.24 [23]).</p> <p>Інформація не може бути використана для закликів до повалення конституційного ладу, порушення територіальної цілісності України, пропаганди війни, насильства, жорстокості, розпалювання міжетнічної, расової, релігійної ворожнечі, вчинення терористичних актів,</p>
---	--	--

<p>даних; на офіційних веб-сайтах в мережі Інтернет; на інформаційних стендах; будь-яким іншим способом (ст.5 [24]).</p> <p>Інформацією з обмеженим доступом є: 1) конфіденційна інформація; 2) таємна інформація; 3) службова інформація (ст.6 [24]).</p> <p>Конфіденційна інформація - інформація, доступ до якої обмежено фізичною або юридичною особою, крім суб'єктів владних повноважень, та яка може поширюватися у визначеному ними порядку за їхнім бажанням відповідно до передбачених ними умов (ст.7 [24]).</p> <p>Таємна інформація - інформація, доступ до якої обмежується відповідно до частини другої статті 6 цього Закону, розголошення якої може завдати шкоди особі, суспільству і державі. Таємною визнається інформація, яка містить державну, професійну, банківську таємницю, таємницю слідства та іншу передбачену законом таємницю. (ст.8 [24]).</p> <p>Відповідно до вимог частини другої статті 6 цього Закону до службової може належати така інформація: 1) що міститься в документах суб'єктів владних повноважень, які становлять внутрішній службову кореспонденцію, доповідні записки, рекомендації, якщо вони пов'язані з розробкою напряму діяльності установи</p>	<p>Не належать до інформації з обмеженим доступом декларації про доходи осіб та членів їхніх сімей, які: 1) претендують на зайняття чи займають виборну посаду в органах влади; 2) обіймають посаду державного службовця, службовця органу місцевого самоврядування першої або другої категорії (ст.6 [24]).</p> <p>Обмеженню доступу підлягає інформація, а не документ. Якщо документ містить інформацію з обмеженим доступом, для ознайомлення надається інформація, доступ до якої необмежений (ст.6 [24]).</p> <p>Не може бути віднесена до конфіденційної інформація, зазначена в частині першій і другій статті 13 цього Закону (ст.7 [24]).</p> <p>Перелік відомостей, що становлять службову інформацію, який складається органами державної влади, органами місцевого самоврядування, іншими суб'єктами владних повноважень, у тому числі на виконання делегованих повноважень, не може бути обмеженим у доступі (ст.9 [24]).</p>	<p>посягання на права і свободи людини (ст.28 [23]).</p> <p>Обмеження доступу до інформації здійснюється відповідно до закону при дотриманні сукупності таких вимог: 1) виключно в інтересах національної безпеки, територіальної цілісності або громадського порядку з метою запобігання заворушенням чи злочинам, для охорони здоров'я населення, для захисту репутації або прав інших людей, для запобігання розголошенню інформації, одержаної конфіденційно, або для підтримання авторитету і неупередженості правосуддя; 2) розголошення інформації може завдати істотної шкоди цим інтересам; 3) шкода від оприлюднення такої інформації переважає суспільний інтерес в її отриманні (ст.6 [24]), а саме: 1) суб'єкти владних повноважень - органи державної влади, інші державні органи, органи місцевого самоврядування, органи влади Автономної Республіки Крим, інші суб'єкти, що здійснюють владні управлінські функції відповідно до законодавства та рішення яких є обов'язковими для виконання; 2) юридичні особи, що фінансуються з державного, місцевих бюджетів, бюджету Автономної Республіки Крим, - стосовно інформації щодо використання бюджетних коштів; 3) особи, якщо вони виконують делеговані повноваження суб'єктів владних повноважень згідно із законом чи договором, включаючи надання освітніх, оздоровчих, соціальних або інших державних послуг, - стосовно інформації, пов'яза-</p>
---	---	---

<p>або здійсненням контрольних, наглядових функцій органами державної влади, процесом прийняття рішень і передують публічному обговоренню та/або прийняттю рішень;</p> <p>2) зібрана в процесі оперативно-розшукової, контрольно-розвідувальної діяльності, у сфері оборони країни, яку не віднесено до державної таємниці (ст.9 [24]).</p> <p>Інформацією про особисте та сімейне життя особи є будь-які відомості та/або дані про відносини немайнового та майнового характеру, обставини, події, стосунки тощо, пов'язані з особою та членами її сім'ї, за винятком передбаченої законами інформації, що стосується здійснення особою, яка займає посаду, пов'язану з виконанням функцій держави або органів місцевого самоврядування, посадових або службових повноважень. Така інформація про особу є конфіденційною [25]</p>		<p>ної з виконанням їхніх обов'язків;</p> <p>4) суб'єкти господарювання, які займають домінуюче становище на ринку або наділені спеціальними чи виключними правами, або є природними монополіями, - стосовно інформації щодо умов постачання товарів, послуг та цін на них. (частина перша ст. ст.13[24]). До розпорядників інформації, зобов'язаних оприлюднювати та надавати за запитами інформацію, визначену в цій статті, у порядку, передбаченому цим Законом, прирівнюються суб'єкти господарювання, які володіють:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) інформацією про стан довкілля; 2) інформацією про якість харчових продуктів і предметів побуту; 3) інформацією про аварії, катастрофи, небезпечні природні явища та інші надзвичайні події, що сталися або можуть статися і загрожують здоров'ю та безпеці громадян; 4) іншою інформацією, що становить суспільний інтерес (суспільно необхідною інформацією), (частина друга ст. ст.13[24]). <p>Збирання, зберігання, використання та поширення конфіденційної інформації про особу без її згоди державою, органами місцевого самоврядування, юридичними або фізичними особами є втручанням в її особисте та сімейне життя. Таке втручання допускається винятково у випадках, визначених законом, і лише в інтересах національної безпеки, економічного добробуту та прав людини. [25]</p>
--	--	--

Настановні граничні умови окреслюють характер об'єкту моделювання, а дозвільні та заборонені – межі доступу до суб'єктів моделювання.

Даний аналіз у подальшому дає можливість, залежно від мети аналізу або побудови моделі інформаційних відносин, визначити ключові слова/словосполучення для моніторингу інформаційного простору з метою оцінки співвідношення задекларованого (законодавчого) з реальним станом справ або пошуку «вузьких» місць в законодавстві.

2. МЕТОДИ СОЦІАЛЬНО-ПРАВОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ

2.1. Нелінійні конкурентні моделі

За моделювання соціально-правових процесів особливе місце займає моделювання конкурентного середовища, що розглядається потім в застосуванні до суспільства як до системи з відповідними правовими обмеженнями.

Перш ніж говорити власне про нелінійні конкурентні моделі, визначимо деякі важливі моменти, пов'язані з самим поняттям нелінійності. Термін «нелінійний» вживається в багатьох значеннях, з яких виберемо одне, що найчастіше вживається в теорії систем і має пряме відношення до соціальних явищ. Динамічні системи підрозділяються на два класи: лінійні і нелінійні. Лінійними вважають системи, характеристики яких не залежать від зміни їх станів. Навпаки, характеристики нелінійних систем залежать від таких змін.

У природно-науковому співтоваристві достатньо відомий жарт на цю тему: «нелінійність» порівнюється з «не-слоном» – усі істоти, окрім «слонів», вважаються «не-слонами». Подібність полягає у тому, що більшість систем і явищ в оточуючому нас світі нелінійні, за малим винятком. Всупереч цьому, в школі нас вчать «лінійному» мисленню, що дуже погано, з точки зору нашої готовності до сприйняття всепроникної нелінійності [75].

Яскравим прикладом, що демонструє властивості нелінійних систем, може служити принцип Ле Шательє-Брауна: якщо система піддається зовнішньому збуренню, прагнучому змінити її стан, то в ній відбуваються процеси, спрямовані на компенсацію цього збурення. Спочатку цей принцип був сформульований стосовно нелінійної термодинаміки, проте, він справедливий для досить широкого класу соціальних систем.

З точки зору стороннього спостерігача нелінійні системи проявляють себе, передусім, неспівмірністю відгуку на зовнішній вплив. Добре відомо, що соціальні системи можуть вражаюче легко і без наслідків переносити важкі потрясіння, і в той же час миттєво зруйнуватися від малозначимої події. Саме ця особливість і робить вивчення нелінійних систем, з одного боку цікавим, а з іншої – важким.

Моделі, які враховують нелінійність систем, також називають нелінійними, причому не лише заради єдності термінології. Справа у тому, що модель – це теж система, і вона, природно, може бути нелінійною.

Сенс побудови і подальшого застосування нелінійних моделей полягає у тому, що їх нелінійність формально врахована в структурі відповідних рівнянь, а їх розв'язання в деяких випадках може бути цілком здійсненим завданням. Якщо нас влаштовують чисельні розв'язки (а на практиці переважно саме так і буває), то за допомогою сучасних комп'ютерів це завдання вирішуване майже завжди.

Основний акцент при побудові нелінійних конкурентних моделей соціальних процесів нині робиться на аналізі принципів внутрішніх взаємодій динамічних систем на підставі логістичних моделей. Моделювання динаміки розвитку на основі диференціальних логістичних рівнянь широко

використовується для моделювання найрізноманітніших як природних, так і соціальних процесів.

Природно, перед застосуванням математичних моделей необхідно обґрунтувати їх адекватність. Для цього використовуються добре відомі методики, зокрема, ретроспективний аналіз.

Проста модель зростання $\dot{x} = kx$ була запропонована Мальтусом (для процесу зростання населення Землі). Вона веде, як добре відомо, до експоненціального (тобто дуже швидкого) зростання x в часі. Ця модель може бути застосовна у соціології, наприклад, до опису процесу зростання кількості прибічників нової політичної сили на початковому етапі.

Електоральні процеси виділяються із загального масиву соціально-правових процесів принаймні двома важливими особливостями:

– стійка просторово-часова регулярність (вибори відбуваються через певний проміжок часу на фіксованій території, що має структуру виборчих округів, які можна вважати стабільними);

– одночасна участь у виборах великих мас населення з широким спектром соціологічних параметрів.

Ця обставина значно спрощує організаційний аспект їх вивчення. Дійсно, для того, щоб перевірити побудовану модель, не вимагається чекати невизначено довгий час або провокувати (що, до того ж, часто буває небезпечним) необхідну ситуацію. Треба лише зачекати чергових виборів, які відбудуться у гіршому випадку через декілька років. Можливо також у першому наближенні фіксувати початок і кінець електорального процесу, що буває дуже важливим при використанні кількісних методів. І не викликає сумнівів те, що за вивчення цих процесів через їх масовість (навіть при не дуже високій політичній активності суспільства) є можливість із впевненістю користуватися надійними і апробованими засобами статистики.

Говорячи про моделювання електоральних процесів, слід зазначити, що не існує досить точних методів прогнозування усіх можливих ситуацій. В цьому випадку можливі моделі дозволяють давати лише якісний опис можливого ходу розвитку подій і прогнозувати лише загальні тенденції.

Вивчаючи динаміку електоральної популяції, можна скористатися досить розвиненим інструментарієм для побудови математичних моделей [76]. У його основі лежить припущення про те, що швидкість зміни чисельності популяції в кожен момент часу пропорційна її поточній величині. Тоді для чисельності популяції $n(t)$ маємо рівняння:

$$\begin{aligned} \frac{dn(t)}{dt} &= kn(t), \\ n(0) &= n_0. \end{aligned} \tag{2.1}$$

де: n_0 – початкова чисельність популяції, а коефіцієнт k відповідає швидкості росту.

Рішенням (2.1), як відомо, є:

$$n(t) = e^{kt}. \quad (2.2)$$

Така залежність дійсно характерна для ряду динамічних систем протягом деякого інтервалу часу. Іноді вона приймається як розумне припущення.

Проте жодний реальний процес, ні фізичний, ні суспільний, не може розвиватися за експоненціальним законом необмежений час. Дійсно, починаючи з деякого моменту, залежність занадто швидко прямує до нескінченності, яка у природі, із зрозумілих причин, не реалізується. Отже, доводиться визнати, що рано чи пізно, і швидше рано, ніж пізно, станеться деяка катастрофа, яка змінить характер залежності і поверне її в рамки допустимого інтервалу значень. Тобто рівняння (2.1) не придатне для опису рівноважних станів: його розв'язки, залежно від знаку коефіцієнта k , або необмежено зростають, або асимптотично прямують до нуля. Отже, закон Мальтуса якщо і описує реальні соціальні процеси, то лише на початкових їх стадіях.

Зазначимо, що випадки необмеженого зростання одного або декількох параметрів дійсно можливі (так звані резонансні явища), і вони врешті-решт призводять до руйнування системи. Такі ситуації корисно враховувати і при аналізі соціальних процесів, хоча вони і зустрічаються у край рідко.

У реальному житті, як правило, динамічні системи мають досить ефективні зворотні зв'язки, що дозволяє коригувати характер процесів, які відбуваються в них, і тим самим утримувати їх в певних рамках. Природа і дія таких механізмів далеко не завжди очевидні, більше того, часто ми можемо лише здогадуватися про їх наявність за загальним характером поведінки системи.

Здавалося б, природним в цьому положенні було б відмовитися від закону Мальтуса і спробувати знайти досконаліше рівняння. Складність, проте, полягає в тому, що тоді довелось б також відмовитися і від лінійної залежності швидкості зміни чисельності популяції від її поточної величини, що у ряді випадків дійсно має місце на початковій стадії. Тому найбільш прийнятним шляхом вирішення проблеми в таких випадках слід вважати використання узагальненого закону Мальтуса, який на великих проміжках часу давав би залежність, що задовільно описує поведінку системи, а на малих – експоненціальну.

Найбільш простим узагальненням закону Мальтуса (2.1), що дозволяє вирішити (принаймні, принципово) проблему необмеженого зростання розв'язку, є заміна постійного коефіцієнта деякою функцією часу $k(t)$. Природно, ця функція має бути вибрана так, щоб виконувалися наступні умови:

- розв'язок рівняння мав би прийнятну поведінку;
- структура функції мала б певний сенс з точки зору явища, що вивчалось.

У динамічній електоральній популяції із впевненістю можна стверджувати, що кожна її особина (використовуватимемо цей стандартний в біології термін) здійснює на своє оточення, а також на інші популяції, вплив, що впливає на їх чисельність. Таким чином, чим більше в популяції особин, тим сильніше вплив популяції і, оскільки він призводить до зміни її чисельності, тим більша швидкість її кількісної зміни.

У більш менш стабільних системах, що зустрічаються на практиці, завжди присутній елемент самоузгодженості, через що на значних проміжках часу залежність динаміки розвитку описується складнішими рівняннями, які містять зворотні зв'язки. Тому характер залежності з часом змінюється, причому зміни відбуваються нетривіально. В результаті виникають наступні типові випадки:

- залежність досягає насичення і система переходить в статичний стан;
- залежність має локальний максимум, за яким йде спадання (у тому числі і до нуля);
- встановлюється коливальний режим (зазвичай затухаючий, але можливий і автоколивальний).

Нижче використовується відоме узагальнення закону Мальтуса, відоме як логістична модель. Розглянемо її як ілюстрацію можливостей математичного моделювання соціальних процесів на інтуїтивно зрозумілих прикладах. Методи, наведені нижче, можуть успішно застосовуватися на практиці, зрозуміло за умови, що в розпорядженні є надійні способи визначення чисельних значень емпіричних параметрів. А це вимагає комплексного підходу за участю фахівців з різних областей, а також практичної можливості проводити необхідні соціологічні дослідження.

Ясно, що коли такі темпи зростання електорату стають неможливими, і різкий розвиток припиняється. Аналогічні явища насичення відбуваються в будь-якому громадському середовищі: коли чисельність прибічників певної політичної сили стає занадто великою, мальтусова модель з постійним коефіцієнтом зростання k перестає бути актуальною. Природно, при занадто великих x конкуренція призводить до зменшення k , і модель Мальтуса має бути замінена моделлю із змінним показником $k(x)$:

$$\dot{x} = k(x)x, \quad (2.3)$$

із залежним від чисельності електорату коефіцієнтом його зростання. Простим прикладом є вибір $k(x) = a - bx$, що призводить до так званої логістичної моделі.

Логістична модель була запропонована П. Ферхлюстом [77] для опису динаміки людського населення і Р. Перлом [78] для біологічних співтовариств. Відповідно до неї, динаміка чисельності електорату описується звичайним диференціальним рівнянням:

$$\dot{x} = ax - bx^2,$$

де: $a = \text{const}$ є максимальною питомою швидкістю росту електорату;

коефіцієнт $b = \text{const}$ описує негативні для кандидата процеси, пов'язані з внутрішніми чинниками. Коефіцієнт a є різницею між приростом електорату C і зменшенням D : $a = C - D$ в безконкурентному середовищі.

При малих x (тобто коли $bx^2 \ll ax$) логістичне рівняння описує експоненціальне збільшення чисельності електорату. Очевидно, що починаючи з деякого моменту, зростання гальмуватиметься в результаті нестачі ресурсів – кількість виборців обмежена, конкуренція, внутрішні протиріччя в електораті і тому подібне. Тому часто електоральне поле, потрапивши в нове соціальне сере-

довище, виявляє так зване S -подібне зростання чисельності. Тобто крива часової залежності чисельності має яскраво виражену S -подібну форму.

Логістична модель задовільно описує численні явища насичення [76]. Подивимося, як логістична модель може застосовуватися при аналізі виборчих процесів, а саме для визначення мінімальної початкової квоти виборців (яку можна, наприклад, виділити для затвердження і використання). Можна собі представити, наприклад, що x – це кількість прибічників певного кандидата. На динаміку цього електорату чинять вплив інші політичні сили, які відбирають своїх прибічників, що описується, наприклад, таким чином:

$$\dot{x} = x - x^2 - c. \quad (2.4)$$

Обчислення показують, що рішення різко міняється при деякому критичному значенні квоти c .

Очевидно, що за наявності сприятливих зовнішніх умов (при деякій щільності ресурсу) чисельність електорату одного кандидата розвивається вільно, що сприяє логістичному зростанню. В цьому випадку навіть складніші моделі повинні давати результати, подібні до наведених. З іншого боку це означає, що основні параметри (електоральний потенціал кандидата, місткість виборчої компанії, виборча квота) для конкретизації загальної моделі, можуть визначатися в результаті аналізу наведеної спрощеної логістичної моделі. Як правило, дані щодо логістичного зростання електорату, стають відомими досить точно за результатами спостережень за виборчою кампанією.

Найпростіший спосіб обмежити зростання експоненціальної залежності (2.2) (рішення рівняння (2.1)) полягає в тому, щоб ввести для нього граничне значення. Для цього виберемо $k(t)$ у такому вигляді:

$$k(t) = k_0[N - n(t)], \quad (2.5)$$

де: N – максимально можливе значення популяції, а k_0 – коефіцієнт пропорційності.

Очевидно, що по мірі наближення чисельності популяції $n(t)$ до N , швидкість її зміни прямує до нуля.

Модель, що описується рівнянням (2.5), називається логістичною. При наявній простоті подібне узагальнення закону Мальтуса зовсім не є примітивним. Навпаки, воно дозволяє явно включити в опис динаміки популяцій виключно важливий зворотний зв'язок.

Існує два класи розв'язків рівняння (2.5), які, залежно від значень коефіцієнтів, описують зростання і спадання залежності $n(t)$. Їх типова поведінка зображена на рис. 2. Як видно, логістична модель, на відміну від закону Мальтуса, описує досягнення системою деякого рівноважного стану.

Рівняння (2.5) описує динаміку однієї популяції, що взаємодіє тільки з довкіллям.

У реальному світі подібні ситуації виникають у край рідко і не представляють особливого інтересу. Як правило, різні популяції співіснують разом і при цьому активно взаємодіють між собою.

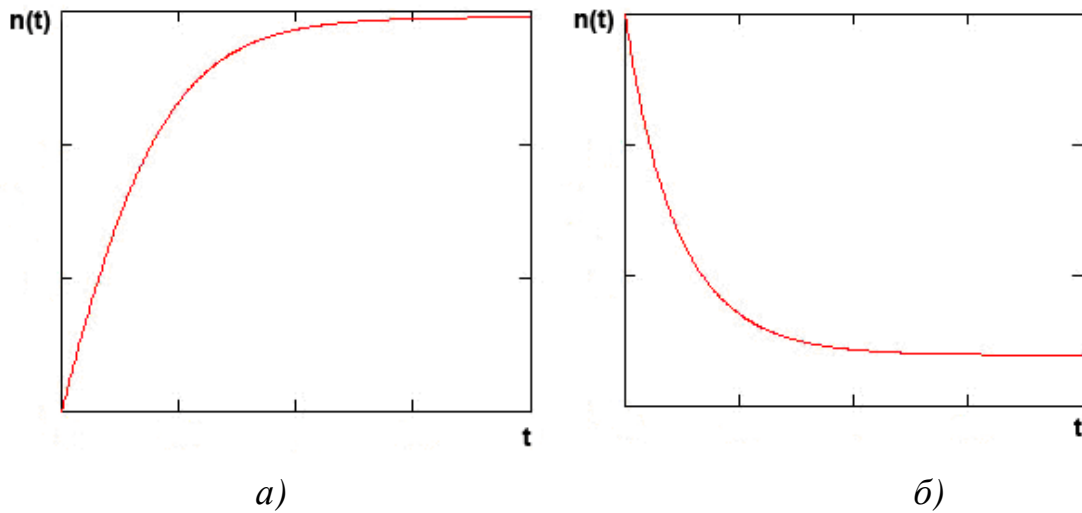


Рис. 2. Два класи розв'язків логістичної моделі: а) зростання популяції; б) спадання популяції

У теорії популяційної динаміки розроблена класифікація різних форм такої взаємодії [79, 80]. До основних належать наступні:

- нейтралізм (відсутність прямої дії популяцій одна на одну);
- конкуренція (взаємне пригнічення популяцій);
- аменсалізм (одностороннє пригнічення однієї популяції);
- хижацтво (знищення особинами однієї популяції особин іншої);
- симбіоз (продуктивне співіснування популяцій).

Кожна з них, у свою чергу, має варіанти, тому загальна картина взаємин між популяціями виглядає досить складною і різноманітною. Слід також враховувати, що взаємодія популяцій може бути не лише прямою (наприклад, знищення одним видом іншого), але і опосередкованою (наприклад, спільне споживання обмежених ресурсів).

У динаміці взаємодіючих популяцій виділяються дві категорії дій, що відрізняються часовим характером, :

- фазові (одноразові);
- параметричні (постійні).

Логістична модель дозволяє цілком задовільно описувати і динаміку M популяцій, що взаємодіють між собою. У загальному випадку це здійснюється за допомогою такої системи рівнянь:

$$\frac{dn_i(t)}{dt} = n_i(t) \left[p_i - \sum_{j=1}^M q_{ij} n_j(t) \right], \quad (2.6)$$

$$n_i(0) = n_{0i}.$$

Тип процесу, який описується цією системою рівнянь (2.6), визначається величиною і знаком коефіцієнтів p_i та q_{ij} . Слід також мати на увазі, що в кожному рівнянні члени $n_i(t)n_i(t)$ описують внутрішньовидову взаємодію, а $n_i(t)n_j(t)$, ($i \neq j$) – міжвидову.

Іншими словами, діагональні члени описують вплив на популяцію зовнішнього середовища, у тому числі вичерпання доступних ресурсів, а перехресні – дію однієї популяції на іншу (додатні значення відповідають сприятливому впливу, від’ємні – несприятливому). Коефіцієнти p_i відповідають значенням швидкостей росту відповідних популяцій за відсутності взаємодії.

Одне з ключових питань – стійкість розв’язків по відношенню до числових значень параметрів. У деяких випадках поведінка, у тому числі і якісна, розв’язків системи рівнянь (2.6) дуже сильно залежить від цього. Динаміка ЕП може істотно залежати від малих змін швидкості росту числових значень параметрів. Це означає, наприклад, що політична сила може перемогти через малу перевагу цієї характеристики.

Особливістю математичного моделювання соціально-правових процесів слід вважати порівняно просту інтерпретацію отримуваних результатів. Такі поняття як «чисельність електоральної популяції», «політична вага» і т. п. сприймаються на інтуїтивному рівні навіть без ознайомлення з точними визначеннями. А це дозволяє робити подібний аналіз актуальних ситуацій предметом широкого обговорення.

Нині актуальним є завдання використання математичних моделей електоральних процесів для прогнозування можливих сценаріїв динаміки на якісному рівні. У такому формулюванні моделювання динаміки ЕП займає як би проміжний рівень між вивченням процесу і точним прогнозуванням.

В практиці моделювання електоральних процесів розглядається задача, коли електоральне поле складається з деякої кількості (w) електоральних популяцій. Електоральне поле може бути описане чисельністю популяцій x_i , що його складають.

Нехай $x = \sum_{i=1}^w x_i$ – сумарна чисельність електорального поля, і протягом

деякого локального інтервалу часу i -а популяція характеризується мальтузіанським параметром $\mu_i(t)$ з рівняння $dx_i / dt = \mu_i x_i$. Нехай $p_i = x_i / x$ – відносна частка i -ої популяції в електоральному полі. Тоді набір $p = \{p_1, p_2, \dots, p_w\}$ називається структурою співтовариства; величина $\hat{\mu} = (\mu, p)$ – середнім мальтузіанським параметром співтовариства ($(\mu, p) = \mu_1 p_1 + \mu_2 p_2 + \dots + \mu_w p_w$), а динаміка розвитку чисельності електорального поля описується рівнянням $dx / dt = \hat{\mu} x$.

В основі даного підходу постулюється принцип максимуму середнього мальтузіанського параметра, тобто те, що співтовариство взаємодіючих популяцій еволюціонує таким чином, що його середній мальтузіанський параметр завжди зростає, досягаючи в стійкій рівновазі свого максимуму. У даній роботі здійснюється розподіл структур на ймовірні й малоімовірні, а також визначаються умови, при яких у процесі адаптації із співтовариства елімінуються всі популяції, крім однієї, або жодна з популяцій не залишає співтовариства (електорального поля).

2.2. Індивідуум-орієнтовані моделі

У зв'язку з розвитком комп'ютерних технологій важливим і перспективним з точки зору практичного застосування є клас так званих імітаційних моделей. Така модель є алгоритмом, за допомогою якого комп'ютер генерує набори даних, що описують задані характеристики реальної системи, що представляє інтерес. При цьому виконувані машиною операції не мають ніякого відношення до природи і властивостей системи, що вивчається. Відмітимо, що сам по собі факт з'ясування можливості імітаційного моделювання є чималим досягненням сучасної науки. Дійсно, виявляється, що структура реального процесу певною мірою не залежить від його природи і матеріальної основи. Числа, отримані в результаті маніпулювання іншими числами за певними абстрактними правилами, можуть однозначно відповідати числам, що описують конкретні процеси, що відбуваються у нашому світі.

Зрозуміло, при розробці імітаційної моделі враховуються властивості досліджуваного явища, але на рівні не внутрішніх механізмів, які або не відомі, або занадто складні для явного використання, а загальних характеристик протікання відповідних процесів.

У плані практичного застосування імітаційні моделі хороші тим, що дозволяють здійснювати так звані машинні експерименти, метою яких є вивчення зміни поведінки об'єкту дослідження залежно від змін внутрішніх параметрів і зовнішніх умов. Такі методики дають можливість визначати хід розвитку подій, які з тих або інших причин неможливо реалізувати в реальному житті.

Побудова імітаційних моделей є досить складним завданням, що вимагає, окрім знання предметної області, ще і навичок у сфері програмування.

Індивідуум-орієнтоване моделювання є окремим напрямом в теорії складних систем, початок якому покладений в роботах Дж. Форрестера [81]. Індивідуум-орієнтований підхід в моделюванні припускає створення імітаційних моделей, що враховують деякі властивості окремих індивідуумів і їх локальної взаємодії для побудови інтегральних моделей цілих популяцій, сформованих з множини індивідуумів. Розвитку цього виду моделювання сприяв розвиток комп'ютерної техніки і її використання в популяційних дослідженнях.

Такі моделі виділяють характерні риси поведінки реальних індивідуумів (учасників соціуму) і використовують їх як правила їхньої локальної взаємодії. Індивід у рамках цих моделей розглядається як унікальна, дискретна одиниця, у якої є деякий набір характеристик, що змінюються протягом життєвого циклу. Моделі, створені на основі цього підходу, будують знизу доверху, починаючи з «частин» системи (індивідів), описуючи у результаті всю популяцію. Метою дослідження часто стає розуміння того, яким чином виникнення властивостей системи пов'язане із взаємодією між частинами.

Індивідуум-орієнтоване моделювання забезпечує дослідників інструментами для вирішення задач, розгляд яких на даний час традиційними методами неможливий.

Перші популяційні дослідження стосувалися задач з біологічної сфери і не носили системного характеру. Проте, вони цілком логічно переносяться на область вивчення соціально-правових процесів, зокрема, електоральних полів.

Безумовно, побудова інтегральної моделі популяції на основі приблизного опису правил поведінки окремого індивідуума може виявитися дуже далекою від реальності, проте в даному випадку багато що залежить від рівня опису цих правил, властивостей окремих індивідуумів і можливої динаміки популяції. В той же час індивідуум-орієнтоване моделювання надає ряд таких переваг, як простота опису окремих особин і їх локальної взаємодії, можливість деталізації цих описів в ході моделювання, а також прозорість зворотного зв'язку «правила – модель – реальність».

Індивідуум-орієнтоване моделювання дає можливість описувати такі властивості об'єкта (особливо важливі для моделювання соціальних процесів):

- просторові аспекти;
- вплив матеріальних засобів і ЗМІ;
- соціальні аспекти та індивідуальні особливості тощо.

Урахування просторових аспектів. Індивідуум-орієнтоване моделювання охоплює просторово-розподілені моделі, в яких кожен індивідуум асоційований з певним положенням в просторі.

Наприклад, при моделюванні можливих фальсифікацій виборів по відкритих талонах необхідне урахування просторового розподілу переміщень у просторі.

Урахування дії матеріальних засобів і впливу ЗМІ. Як відомо, електоральні процеси істотно залежать від матеріальних засобів і впливу засобів масової інформації, які використовуються під час виборчих кампаній.

Моделі, що враховують інформаційні потоки, називаються інформаційними. У цих моделях опис зміни стану індивідуумів (у тому числі, наприклад, і стан сусідніх індивідуумів) здійснюється за правилами, що базується на аналізі інформаційних потоків.

Врахування соціальних аспектів і індивідуальних особливостей. Для моделювання соціальних процесів особливо важливий опис правил моделі на рівні окремих особин. Наприклад, електоральні поля – це типові соціальні мережі. Якщо модель спрямована на дослідження соціальних механізмів, вимагає урахування індивідуальних відмінностей і навчання особин, необхідно вибирати цей підклас моделей.

Як відомо, індивідуальна мінливість – базовий принцип еволюції. В той же час урахування цього чинника деколи істотно ускладнює моделі, тому, не враховуються, зокрема, в методі клітинних автоматів, що розглядається нижче.

Рівень деталізації. Властивості моделі істотно залежать від її просторово-часового масштабу. Моделі також розрізняються за кількістю даних індивідуумів. Від масштабу завдання безпосередньо залежить об'єм обчислень. Цей факт доводиться враховувати при виборі масштабу моделі та її реалізації.

Слід зазначити, що індивідуум-орієнтовані моделі вимагають більшого об'єму обчислень, ніж аналітичні моделі. Разом з тим для багатьох областей, у

тому числі й дослідження соціальних процесів, розробка індивідуум-орієнтованої моделі виправдана, у зв'язку з тим, що:

- не вистачає даних реальних спостережень досліджуваних параметрів для налаштування та ідентифікації аналітичної моделі;
- необхідне врахування просторових аспектів;
- необхідне врахування соціальних аспектів, індивідуальних відмінностей особин, навчання.

2.2.1. Штучні суспільства

Якщо, наприклад, розглядати агентну модель динаміки населення країни, то один з аспектів поведінки агента в ній буде визначатися картою станів, а модель середовища буде включати місця проживання та роботи, транспортну інфраструктуру тощо.

У багатьох випадках багатоагентні моделі реалізуються у вигляді так званих «штучних суспільств» – комп'ютерних моделей суспільств реальних. У такий спосіб штучне суспільство є підкласом багатоагентних моделей. Агенти штучного суспільства поводяться автономно: приймають рішення, діють самостійно та взаємодіють з іншими агентами. У літературі описані такі області застосування агентних моделей, як, наприклад, вибір юрисдикції для проживання, голосування за політичні партії, економічну політику, створення або модифікацію юрисдикцій, прийняття рішень щодо участі у співтовариствах тощо.

Дж. Епштейн [82] виділив такі основні характеристики багатоагентних моделей:

- неоднорідність. Агенти певним чином відрізняються один від одного, що принципово відрізняє ці моделі від більшості індивідуум-орієнтованих моделей;
- автономія – агенти діють незалежно один від одного;
- простір, у якому діють агенти, задано або описано заздалегідь у явному вигляді;
- наявність локальних взаємодій;
- обмежена раціональність, яка властива агентам;
- наявність динаміки системи, крім випадків досягнення рівноваги.

Завдяки взаємодії між агентами можуть моделюватися соціальні процеси та процедури, саме тому штучне суспільство може розглядатися як деякий клас індивідуум-орієнтованих моделей.

2.2.2. Цукрова модель

Останнім часом у рамках концепції складних систем інтенсивно розробляються так звані «природні обчислення», які поєднують математичні методи, в які закладені принципи прийняття рішень, аналогічні реалізованим у природі механізмам. Класичною моделлю суспільства в рамках індивідуум-орієнтованого моделювання є так звана «цукрова модель» Дж. Епштейна та Р. Акстеля [82]. Незважаючи на свою простоту, ця модель є потужним інструментом аналізу соціальних процесів. Сьогодні ця модель має декілька модифікацій,

наведемо опис оригінальної версії. Простором у даній моделі є двовимірна сітка з рівними клітинками – квадратами. У кожний момент часу t існує постійне скінченне число агентів, розташованих у просторі. У момент часу t кожна клітинка (x, y) може містити агента a ($a_t(x, y) = a$), тобто агент a перебуває в клітинці (x, y) , або не містить агента ($a_t(x, y) = \emptyset$). Кількість «цукру» у клітинці (x, y) в момент часу t становить $r_t(x, y)$.

Агент з'являється на полі (народжується) із двома параметрами: зір (кількість клітинок, що він може бачити) і рівень метаболізму (кількість цукру, що він з'їдає в одиницю часу для виживання). Агент може переносити будь-яку кількість цукру. Якщо в агента немає належної кількості цукру для їжі, то він умирає. Одночасно з «смертю» одного агента «народжується» інший агент із випадково обраними параметрами й розташуванням у просторі. Таким чином, чисельність всієї популяції агентів – величина постійна. Правила поведінки агентів наступні:

- агент вивчає окіл свого бачення (чотири або вісім клітинок) і визначає вільну клітинку, що має найбільшу кількість цукру;
 - після цього агент переміщається в цю клітинку й збирає весь цукор.
- На рис. 3 представлено різні етапи еволюції цукрової моделі.

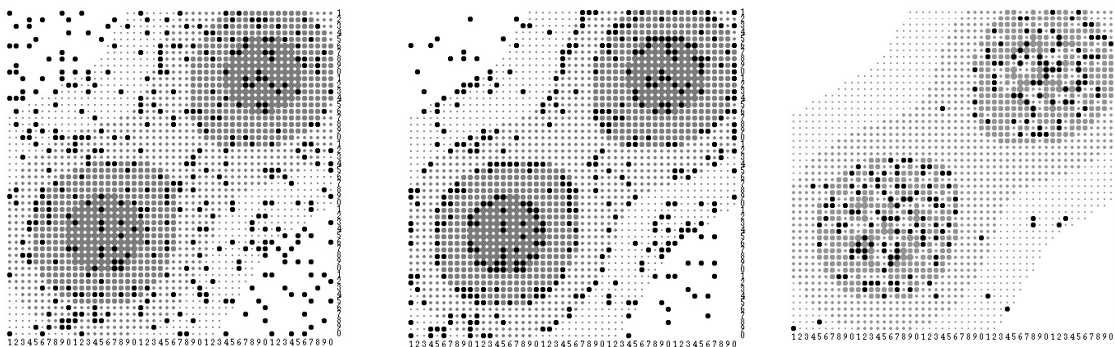


Рис. 3. Еволюція найпростішої цукрової моделі

На основі цукрової моделі було одержано результати, цілком відповідні звичайній соціальній поведінці людей. Уже у найпростішій версії моделі без явних взаємодій між агентами, автори досліджують питання щодо можливості боротьби з концентрацією населення, зокрема, у зв'язку із проблемою забруднення навколишнього середовища. Для цієї мети в модель вводилося забруднення середовища як результат збору та споживання цукру. Тобто в цьому випадку кожна клітинка містить цукор і деякий рівень забруднення. За новими правилами агент пересувається у вільну клітинку, де співвідношення «цукор/рівень забруднення» максимальне. Введення цих додаткових умов призводить до корінних змін в еволюції моделі: збільшується кількість смертей, а розподіл популяції стає рівномірнішим.

2.2.3. Модель «теплових жуків»

Моделювання агентів і багатоагентних систем з використанням сучасних засобів моделювання (наприклад, AnyLogic [83, 84]) є досить нескладною процедурою. Так, в роботі [85] розглядається як приклад проста модель колективної поведінки, названа моделлю «теплових жуків», у відповідності до якої у дискретному середовищі, розбитому на клітинки, рухаються «жуки», які виділяють тепло, що поширюється в середовищі. Для кожного окремого жука існує власна «ідеальна» температура середовища, у якій він бажає перебувати, і має сенсор, за допомогою якого він може визначити, у якому напрямку температура середовища ближче до його «ідеальної» температури. Це дозволяє жукові знайти той напрямок, у якому він повинен рухатися, щоб досягти клітинки з температурою, яка його влаштовує. Середовище має такі характеристики:

1) тепло поширюється рівномірно у всіх напрямках із швидкістю, пропорційною різниці температур у сусідніх клітинках;

2) тепло «зменшується» у кожній клітинці пропорційно кількості тепла, яку має клітинка.

«Світ жуків» є динамічним і важко передбачуваним. Наприклад, навіть перебуваючи в клітинці з «ідеальною» для нього температурою, жук нагріває її, виділяючи тепло, тому згодом він може переміститись в більш комфортну для себе клітинку, оскільки стан середовища змінюється.

Анімація моделі «світу теплових жуків» здійснюється шляхом позначення температури в кожній клітинці певними кольорами. У результаті моделювання видно, що жуки збираються в групи, зігріваючи один одного. Модель дозволяє простежити поведінку кожного конкретного жука, визначити його параметри, координати, ідеальну температуру. Експерименти з цією моделлю показують, як зміни локальних параметрів впливають на глобальну поведінку всієї системи.

2.2.4. Мурашині алгоритми

Імітація самоорганізації мурашиної колонії (або колонії термітів) становить основу так званих мурашиних алгоритмів оптимізації [86], одного з перспективних методів природних обчислень, у яких колонія мурах розглядається як багатоагентна система, де кожний агент функціонує автономно за досить простими правилами. На противагу примітивній поведінці агентів, поведінка всієї системи виявляється дуже складною, наближеною до розумної. В основі мурашиних алгоритмів лежить імітація самоорганізації особин за допомогою використання динамічних механізмів, що забезпечують досягнення системою глобальної мети в результаті низькорівневої взаємодії її елементів за умови використання елементами системи тільки локальної інформації без централізованого управління.

Оригінальна ідея цих алгоритмів виникла в результаті спостереження за мурашками в процесі пошуку найкоротшого шляху від колонії до джерела живлення. У основі алгоритму лежить поведінка мурашиної колонії – маркування вдаліших шляхів деякою кількістю феромону.

У реальному світі мурашки пересуваються у випадковому напрямку і при знаходженні продовольства повертаються у свою колонію, прокладаючи феромонами стежки. Якщо інші мурашки знаходять такі стежки, вони, найімовірніше, скористаються ними. Замість того, щоб відстежувати ланцюжок шляху, вони залишають мітки на виявленій стежці при поверненні, якщо зрештою знаходять джерело живлення. З часом феромонна стежка починає випаровуватися, тим самим зменшуючи свою привабливість. На короткому шляху, для порівняння, проходження буде швидшим, і як наслідок, щільність феромонів залишиться вищою. Чим більше часу необхідно для проходження шляху до мети і назад, тим сильніше випарується феромонна стежка, зменшується рух по ній і, відповідно, локально-оптимальне рішення. Якби феромони не випаровувалися, то шлях, вибраний першим, був би найпривабливішим. В цьому випадку дослідження просторових рішень були б обмеженими. Таким чином, коли одна мурашка знаходить (наприклад, короткий) шлях від колонії до джерела їжі, інші мурашки, швидше за все підуть по цьому шляху, і позитивні відгуки зрештою приведуть усіх мурашок до одного, найкоротшого, шляху.

Алгоритм мурашиного алгоритму має вигляд (рис. 4):

1. Перша мурашка знаходить джерело їжі (F) довільним способом, а потім повертається до гнізда (N), залишивши за собою стежку з феромонів (b).
2. Мурашки вибирають один з чотирьох можливих шляхів, залишають на ньому мітки, і тим роблять його привабливим.
3. Мурашки вибирають найкоротший маршрут, оскільки у довших феромони сильніше випарувалися.

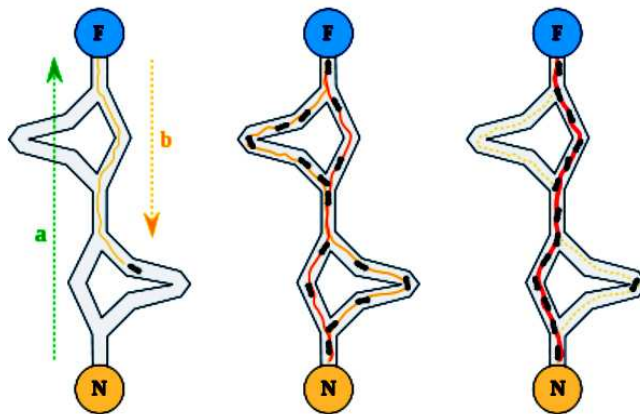


Рис. 4. Пошук шляху за мурашиним алгоритмом

Серед експериментів з вибору між двома шляхами нерівної довжини, що ведуть від колонії до джерела їжі, біологи помітили, що, як правило, мурашки використовують найкоротший маршрут. Модель такої поведінки полягає в наступному:

- мурашка проходить випадковим чином від колонії;
- якщо вона знаходить джерело їжі, то повертається у гніздо, залишаючи за собою слід з феромону;

- ці феромони привертають інших мурашок, котрі знаходяться близько, і, найімовірніше підуть по цьому маршруту;
- повернувшись в гніздо, вони зміцнять феромонну стежку;
- якщо існує 2 маршрути, то по коротшому, за той же час, встигнуть пройти більше мурашок, ніж по довгому;
- короткий маршрут стане привабливішим;
- довгі шляхи, зрештою, зникнуть через випар феромонів.

При цьому напрям руху мурашок визначається імовірнісним методом, за допомогою формули виду:

$$P_i = \frac{l_i^q \cdot f_i^p}{\sum_{k=0}^N l_k^q \cdot f_k^p}, \quad (2.7)$$

де: P_i – імовірність переходу по шляху i , l_i – величина, обернена вазі (довжині) i -ого переходу, f_i – кількість феромону на i -ому переході, q – величина, що визначає «жадібність» алгоритму, p – величина, що визначає «стадність» алгоритму ($q + p = 1$).

Рішення не є точним і навіть може бути одним з гірших, проте, повторення алгоритму може дати точні результати.

На цей час отримані добрі результати мурашиної оптимізації таких складних комбінаторних задач, як задача комівояжера, оптимізація мережевих графіків, процесів у розподілених нестационарних системах тощо.

2.2.5. Клітинні автомати

Подальший опис присвячений моделі соціальних процесів, побудованій на основі концепції клітинних автоматів, яка застосовується у теорії динамічних систем, що вивчає характерні колективні явища.

Дискретність моделі, точніше, можливість представити модель в дискретній формі, нині відноситься до істотних переваг, оскільки відкриває широкі можливості використання комп'ютерних технологій.

Головною перевагою клітинних автоматів є їх абсолютна сумісність з алгоритмічними методами рішення задач. Скінченний набір формальних правил, заданий на скінченній множині елементів (клітинок), допускає точну реалізацію у вигляді алгоритму. Звідси витікає і головний недолік клітинних автоматів – обчислювальні труднощі, що виникають при відповідних розрахунках. Адже на кожній ітерації необхідно сканувати увесь набір клітинок і для кожної з них виконувати необхідні операції. Коли і клітинок, і ітерацій дійсно багато, це вимагає значних ресурсів, у тому числі і часових.

Тому довгий час клітинні автомати сприймалися в основному повчальна гра, що не має практичної цінності. Але останніми роками, у зв'язку з бурхливим розвитком комп'ютерних технологій, вони починають швидко входити до арсеналу інструментальних засобів, які застосовуються на практиці в найрізноманітніших галузях науки і техніки.

Клітинні автомати, за своєю суттю, є просторово-необільними дискретними моделями. У традиційній системі клітинних автоматів усі клітинки

рівноправні (простір однорідний), тоді як в індивідуум-орієнтованій – крім опису клітинок існує поняття індивідуума, який може займати різні клітинки (і декілька різних індивідуумів можуть займати одну клітинку). Таким чином, в клітинному автоматі клітинки міняють свій стан синхронно, і цикл моделювання є перебором клітинок. У індивідуум-орієнтованих моделях цикл може складатися з перебору індивідуумів. Тобто в клітинному автоматі моделювання ґрунтується на розбитті простору на однорідні ділянки, а в індивідуум-орієнтованих моделях описуються особини, які міняють положення в просторі. Звичайно, клітинки в клітинному автоматі можуть знаходитися в різних станах, і за допомогою визначення складних станів можна моделювати наявність особин в клітинках і їх переміщення між осередками. Але це можливо лише при істотних обмеженнях.

Клітинний автомат є дискретною динамічною системою, сукупністю однакових клітинок, певним чином сполучених між собою. Усі клітинки утворюють мережу (ґрати) клітинних автоматів. Стан кожної клітинки визначається станом клітинок, що входять у її локальний окіл, і які вважаються найближчими сусідами [87]. Околом клітинного автомата з номером j називається множина його найближчих сусідів. Стан j -го клітинного автомата у момент часу $t + 1$ визначається наступним чином:

$$y_j(t+1) = F(y_j(t), O(j), t),$$

де: F – деяке правило, яке можна виразити, наприклад, мовою булевої алгебри. Інколи вважають, що сам елемент відноситься до своїх найближчих сусідів, тобто $y_j \in O(j)$, у цьому випадку формула спрощується: $y_j(t+1) = F(O(j), t)$.

Клітинні автомати у традиційному розумінні задовольняють таким вимогам:

- зміна значень усіх клітинок відбувається одночасно (одиниця виміру – такт);
- мережа клітинних автоматів є однорідною, тобто правила зміни станів для усіх клітинок однакові;
- на клітинку можуть вплинути лише клітинки з її локального околу;
- множина станів клітинки скінченна.

Теоретично клітинні автомати можуть мати будь-яку розмірність, проте найчастіше розглядають одновимірні і двовимірні системи клітинних автоматів.

С. Вольфрам, класифікуючи різні клітинні автомати [88], виділив ті, динаміка яких істотно залежить від початкового стану. Підбираючи різні початкові стани, можна отримувати найрізноманітніші конфігурації і типи поведінки.

Деякі приклади клітинних автоматів, які використовуються в задачах соціології, наведені в [16, 89]. Зокрема, описується модель процесу расової сегрегації при виборі місця проживання [90]. У даному прикладі передбачається, що кожна расова група вважає за краще мати певний відсоток сусідів з тим же кольором шкіри. Якщо ця умова не виконується, то сім'я перебирається в найближчий будинок, де процентний склад сусідів є прийнятним. У [90] використовувалася модель клітинних автоматів з простими правилами і околом Мура. Побудована модель цілком реалістично описує процес розподілу регіону на декілька расово-однорідних областей.

Клітинні автомати успішно застосовуються і за моделювання процесів поширення новин, інновацій [91]. У статті Т. Брауна [92] розглядається модель електорального процесу. Він вважає, що виборчі переваги індивіда визначаються установками його найближчого оточення. У одній з моделей передбачається, що індивід приймає рішення голосувати у момент $t + 1$ за республіканців або демократів відповідно до правила простої більшості. Враховуються погляди індивіда і чотирьох його найближчих сусідів у момент t (окіл фон Неймана). Модель досліджувалася на великому часовому діапазоні – до 20 000 тактів. Виявилось, що партійна боротьба приводить до дуже складних конфігурацій, істотно залежних від початкового розподілу.

2.2.6. Модель впливу оточення

У [17] розглядалося узагальнення моделі Брауна на випадок, коли враховуються погляди індивіда і восьми його найближчих сусідів (окіл Мура). При цьому електорат ділиться не на 2, як у Брауна, а на 4 частини, розподілені в різних пропорціях (рис. 5), наприклад, нейтральний (40 % – білі клітинки) і симпатизуючий трьом партіям із заданими розподілами (наприклад, 25 % – чорні клітинки, 20 % – сірі клітинки і 15 % – світло-сірі клітинки), тобто клітинки в даній моделі можуть мати 4 значення (що, очевидно, не обмежує загальності).

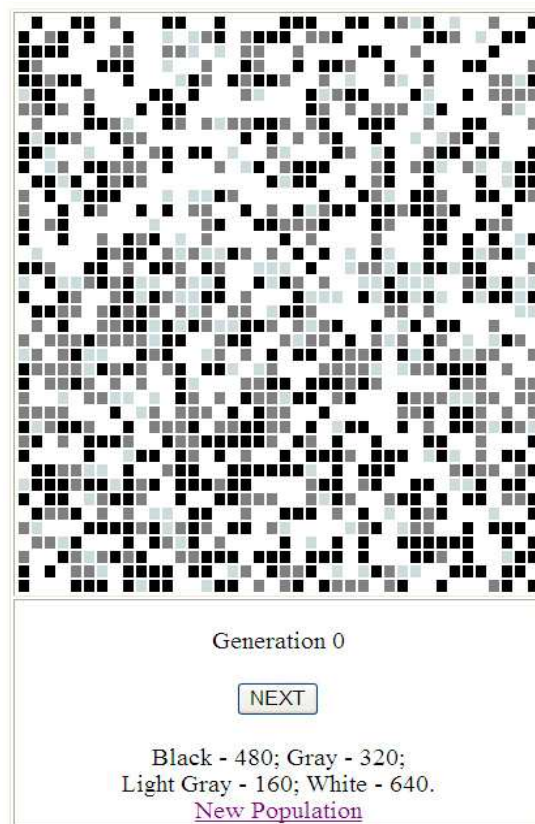


Рис. 5. Варіант початкового стану таблиці кліткових автоматів

Саме поведінка нейтральної частини електорату принципово відрізняє цю модель від інших і дозволяє наблизитися до реалій виборчої кампанії в умовах

багатопартійності. В той же час ця модель, що описує складні соціально-психологічні явища, безумовно, є спрощеною, проте досить точно описує динаміку електоральних полів і дозволяє робити досить реалістичні прогнози на якісному рівні. Механізм моделювання соціальної самоорганізації, що застосовувався, може розглядатися як доповнення до традиційних моделей динаміки складних нелінійних систем.

Он-лайн-варіант моделі дозволяє спостерігати за сіткою 40×40 клітинок. На початковому етапі клітинки на сітці розфарбовуються випадковим чином. На кожному наступному такті моделі кожна клітинка перефарбовується в колір, відповідний кольору більшої частини клітинок з її околу (включаючи її саму), окрім одного випадку – виключення. Якщо клітинка кольорова, то вона не може перефарбовуватися в білий колір, а перефарбовується в колір, відповідний кольору більшості «зabarвлених» сусідів. Це виключення відповідає тому факту, що в реальному житті байдужі до політичних процесів люди рідко переконують тих, хто симпатизує тій або іншій партії. Формально ці правила можна записати таким чином:

$$y_{i,j}(t+1) = \begin{cases} \arg \max_{k=1,\dots,3} C(k, O(i, j), t), y_{i,j}(t) \neq 0; \\ \arg \max_{k=0,\dots,3} C(k, O(i, j), t), y_{i,j}(t) = 0. \end{cases}$$

де: $O(i, j)$ – окіл клітинки з індексами i, j ; $C(k, O(i, j), t)$ – кількість елементів із значенням k у околі $O(i, j)$ у момент часу t .

Дослідження моделі свідчать про те, що процес досить швидко стабілізується (10 – 40 тактів), приймаючи різноманітні кінцеві стани (рис. 6).

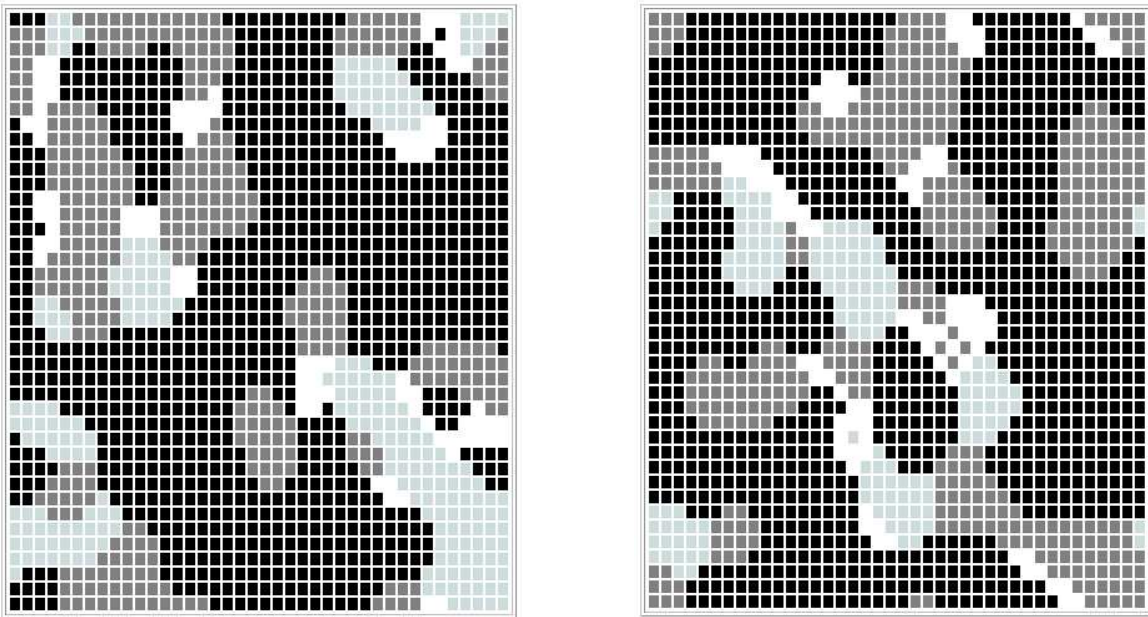


Рис. 6. Варіанти кінцевого стабільного стану клітинних автоматів

На рис. 7 наведена динаміка еволюційних переваг електорату у рамках запропонованої моделі, яка дозволила зробити деякі висновки, що виявилися близькими до реальності.

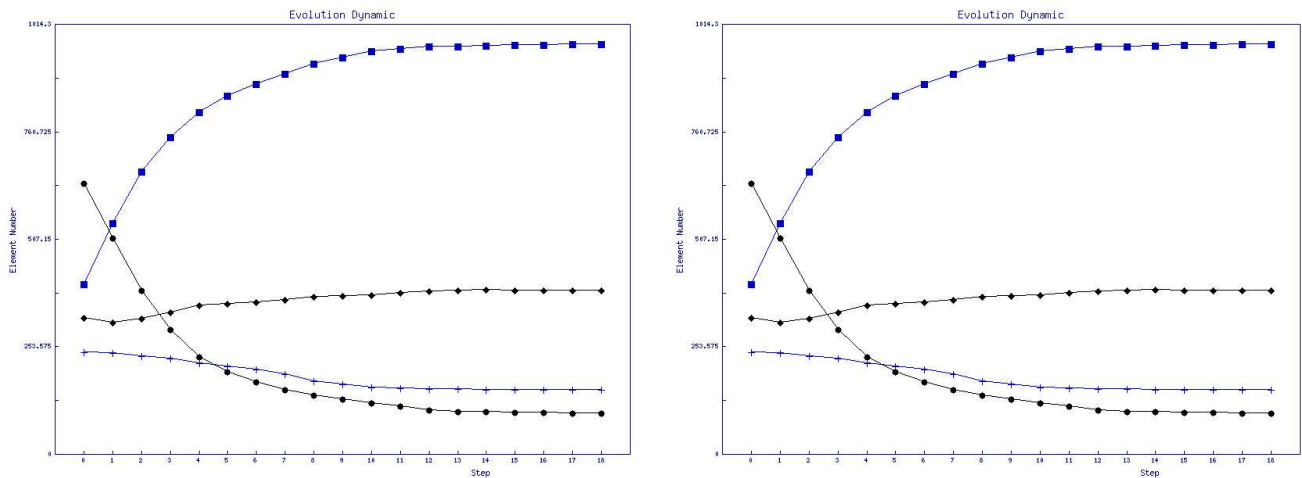


Рис. 7. Приклади динаміки еволюції переваг електорату – залежність кількості клітинок, що відповідають електоратам, від такту моделі: ■ – чорні, ● – білі, ◆ – сірі, + – світло-сірі клітинки

Острівці електорату, що відноситься до малих партій, найчастіше гинуть, залишаючись існувати лише в двох випадках: коли їх конфігурація стабільна (у нашому випадку, утворює, наприклад квадрат із зрізаними кутами), або коли вони знаходяться в безпосередній близькості до електорату інших партій, які взаємно компенсують свій вплив.

Розглянута модель дозволила виявити деякі загальні властивості, які можуть застосовуватися під час оцінки можливих результатів реальних виборчих кампаній, :

- висока збіжність – повна стабілізація відбувається за 10 – 40 тактів;
- при стабілізації відсоток електорату лідируючої партії зростає з 25 % до 55 – 65 %;
- доля людей, що симпатизують партії з мінімальним електоратом, трохи знижується до 5 – 8 %;
- доля другої за чисельністю електорату партії залишається стабільною;
- основний приріст прибічників лідируючої партії відбувається за рахунок нейтральної частини електорату.

2.3. Мережеві моделі

2.3.1. Параметри соціальних мереж

Ймовірно, не треба доводити, що одним з найважливіших чинників громадських процесів є комунікації між членами соціуму.

Слід зазначити, що мережа стосунків між людьми, які складають соціум, допускає аналогії на змістовному рівні з мережами, що утворюються, наприклад,

гіперпосиланнями в Інтернет або цитування в науці. Мережі, що утворюються внаслідок соціальних стосунків, за визначенням, є соціальними мережами, дослідження яких можна здійснювати, базуючись на існуючому підході до аналізу таких мереж – SNA (Social Network Analysis). Поняття «Соціальна мережа» означає скупчення соціальних об'єктів, які можна розглядати як мережу (або граф), вузли якої – об'єкти, а зв'язки – соціальні стосунки. Залежно від роду зв'язків (ребер графа), вони можуть бути ненаправленими або направленими. Термін «Соціальна мережа» був започаткований у 1954 році соціологом з Манчестерської школи Дж. Барнсом в роботі «Класи і збори в норвезькому острівному приході». У другій половині ХХ століття поняття «Соціальна мережа» стало дуже популярним у західних дослідників, які як вузли соціальних мереж стали розглядати не лише представників соціуму, але і інші об'єкти, яким властиві соціальні зв'язки.

Більшості видів соціальних зв'язків можна присвоїти кількісні характеристики, що визначаються за допомогою математичного апарату теорії графів.

Визначимо деякі поняття SNA, які знадобляться в подальшому викладі.

Шлях між вузлами – це послідовність вершин і ребер, що з'єднують дві вершини. Відстань між вузлами – кількість кроків, які треба зробити, щоб добратися по ребрах від однієї вершини до іншої. Вершини в графі можуть бути з'єднані безпосередньо або пов'язані через інші вершини.

За аналізу соціальних мереж на основі теорії графів виділяють:

- розрахунок параметрів окремих вузлів;
- розрахунок параметрів мережі в цілому;
- виділення мережевих підструктур.

У теорії соціальних мереж можна виділити три основні напрями:

- дослідження статистичних властивостей, що характеризують поведінку мереж;
- створення моделі мереж;
- прогнозування поведінки мереж за зміни структурних властивостей.

У прикладних дослідженнях переважно застосовують такі типові для мережевого аналізу характеристики, як розмір мережі, мережева щільність, міра і щільність центральності, еквівалентність.

Для окремих вузлів виділяють наступні параметри:

- вхідна міра вузла – кількість ребер графа, що входять у вузол;
- вихідна міра вузла – кількість ребер графа, що виходять з вузла;
- відстань від даного вузла до кожного з інших;
- середня відстань від даного вузла до інших;
- ексцентричність (eccentricity) – найбільша з геодезичних відстаней від даного вузла до інших;
- посередництво – кількість найкоротших шляхів у мережі, що включають даний вузол;
- центральність (загальна кількість зв'язків цього вузла по відношенню до середньої кількості зв'язків інших вузлів);
- вразливість (відносна зміна ефективності мережі при вилучення даного вузла та суміжних йому ребер).

Загальні параметри мережі. Для розрахунку індексів для соціальної мережі в цілому використовують такі параметри:

- кількість вузлів;
- кількість ребер;
- геодезична відстань між вузлами (мінімальна відстань між вузлами);
- середня відстань від одного вузла до інших;
- щільність (відношення кількості ребер в мережі до можливої максимальної кількості ребер з даною кількістю вузлів);
- кількість симетричних, транзитивних і циклічних триад;
- діаметр соціальної мережі (найбільша геодезична відстань в соціальній мережі);
- ефективність мережі (середній інверсний найкоротший шлях).

Виявлення мережових підструктур. Існує декілька актуальних задач дослідження соціальних мереж:

- визначення клік в соціальній мережі. Кліки – це підгрупи або кластери, в яких вузли зв'язані між собою сильніше, ніж з членами інших клік;
- виділення компонентів (частин мережі), які зв'язані усередині і не зв'язані між собою;
- знаходження блоків і перемичок. Вузол називається перемичкою, якщо при його видаленні мережа розпадається на незв'язані частини;
- виділення групувань – груп еквівалентних вузлів (які мають максимально подібні профілі зв'язків).

Коефіцієнт кластеризації. Д. Уаттс і С. Стратт [93] у 1998 році визначили такий параметр соціальних мереж, як коефіцієнт кластеризації, який відповідає рівню зв'язності вузлів у мережі.

Коефіцієнт кластеризації для окремого вузла мережі визначається таким чином. Нехай з вузла виходить k ребер, які, очевидно, з'єднують його з k іншими вузлами, найближчими сусідами. Якщо припустити, що усі найближчі сусіди з'єднані безпосередньо один з одним, то кількість ребер між ними складала б $k(k-1)/2$, тобто це число, що відповідає максимально можливій кількості ребер, якими могли б з'єднуватися найближчі сусіди вибраного вузла. Відношення реальної кількості ребер, що сполучають найближчих сусідів, до максимально можливого і називається коефіцієнтом кластеризації вузла. Природно, ця величина не перевищує одиниці.

Коефіцієнт кластеризації визначається як для кожного вузла, так і для усієї мережі. Відповідно, рівень кластеризації мережі визначається як нормована по кількості вузлів сума відповідних коефіцієнтів окремих вузлів. Феномен «малих світів», що розглядається нижче, безпосередньо пов'язаний з рівнем кластеризації.

Еластичності мережі. Властивість еластичності мереж відноситься до розподілу відстаней між вузлами при видаленні окремих вузлів. Більшість мереж заснована на їх зв'язності, тобто існуванні шляхів між парами вузлів. Якщо вузол видалений з мережі, типова довжина цих шляхів збільшується, і в результаті пари вузлів інколи стануть роз'єднаними.

Структура співтовариства. Про структуру співтовариства можна говорити тоді, коли існують групи вузлів, що мають високу щільність ребер між собою за умови, що щільність ребер між окремими групами є низькою. Традиційний метод для визначення структури співтовариств – кластерний аналіз. Існують десятки прийнятних для цього методів, що базуються на різних мірах відстаней між вузлами, зважених шляхових індексах між вузлами і тому подібне. Для великих соціальних мереж наявність структури співтовариств виявилася характерною властивістю.

Модель слабких зв'язків. Деякі властивості соціальних мереж не укладаються в рамки традиційного ієрархічного зв'язку. До таких властивостей відносяться і так звані слабкі зв'язки. Аналогом слабких зв'язків є, наприклад, стосунки з далекими знайомими і колегами. В деяких випадках слабкі зв'язки виявляються ефективнішими, ніж зв'язки «сильні». Так в області мобільного зв'язку групою учених з Великобританії, США і Угорщини, був отриманий концептуальний висновок, що «слабкі» соціальні зв'язки між індивідуумами виявляються найважливішими для існування всієї соціальної мережі [94].

Під час дослідження були проаналізовані дзвінки 4,6 млн. абонентів мобільного зв'язку, що складало близько 20 % населення однієї європейської країни. Це був перший випадок у світовій практиці, коли ученим вдалось отримати і проаналізувати таку велику вибірку даних про міжособові комунікації. Попередні аналогічні дослідження на наземних телефонних лініях не могли бути об'єктивними, тому що домашній телефон використовується різними людьми.

У соціальній мережі з 4,6 млн. було виявлено 7 млн. соціальних зв'язків, тобто взаємних дзвінків від одного абонента іншому і назад, якщо зворотні дзвінки були зроблені протягом 18 тижнів. Частота і тривалість розмов використовувалася для того, щоб визначити силу кожного соціального зв'язку.

Саме слабкі соціальні зв'язки (один-два зворотних дзвінка протягом 18 тижнів) зв'язують воєдино велику соціальну мережу. Якщо ці зв'язки прибрати, то мережа розпадеться на окремі фрагменти. Якщо ж прибрати сильні зв'язки, то мережа залишиться єдиною (рис. 8).

На підставі проведених досліджень учені зробили висновок, що саме слабкі зв'язки є тим феноменом, який зв'язує велике суспільство в єдине ціле. Очевидно, що цей висновок справедливий, наприклад, для електоральних процесів.

Малі світи. Незважаючи на величезні розміри деяких соціальних мереж, в більшості з них (і в веб, зокрема) існує порівняно короткий шлях між двома будь-якими вузлами – геодезична відстань.

Ідею «шести рукостискань», яка полягає у тому, що будь які дві людини на Землі зв'язані між собою не більш ніж через п'ять посередників, вперше вперше висловив у 1929 році угорський письменник і журналіст Фрідеш Карінтія. У 1967 р. психолог С. Мілгрем [95] в результаті масштабних експериментів обчислив, що існує ланцюжок знайомств, в середньому завдовжки шість, практично між двома будь-якими громадянами США. Суть експерименту Мілгрема полягала в наступному: добровольцям пропонувалося послати лист деякій невідомій людині через знайомих з проханням передати послання далі.

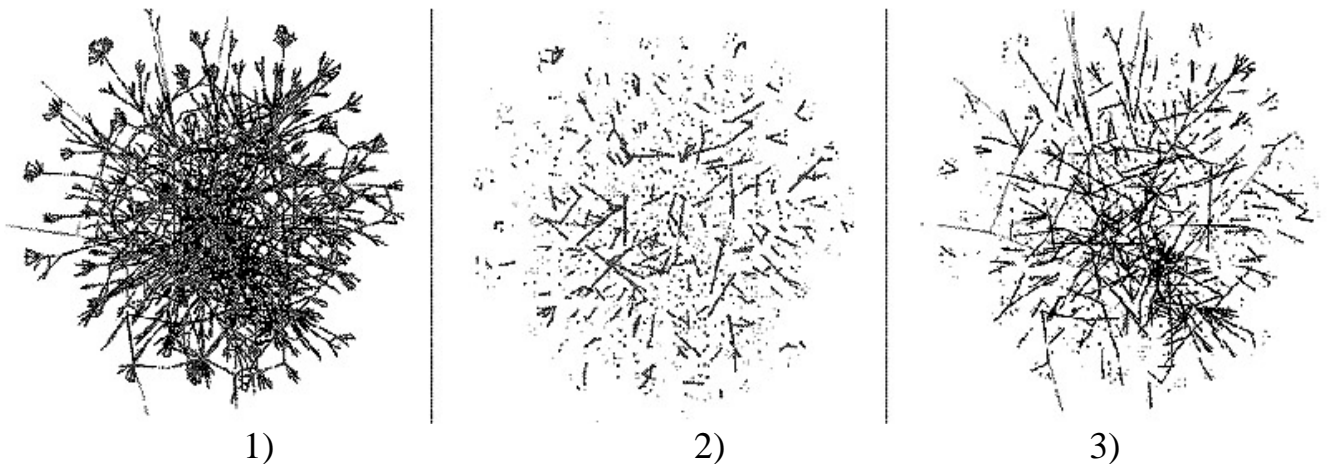


Рис. 8. Структура мережі: 1) повна карта мережі соціальних комунікацій; 2) соціальна мережа, з якої видалені слабкі зв'язки (розбивається на ізольовані ділянки); 3) карта, з якої видалені сильні зв'язки: структура зберігає провідність

Угорські математики П. Ердеш (P. Erdős) і А. Реньї (A. Rényi) [96] довели, що середня відстань між двома вершинами у випадковому графі росте як логарифм від числа вершин.

Дослідники з Міланського університету посилили гіпотезу «шести рукошестикань» за допомогою Facebook – виявилось, що більшість людей пов'язана між собою в середньому через чотирьох посередників (тобто через п'ять рукошестикань) [97].

Вони проаналізували «соціальний граф» з понад 700 мільйонами вершин-користувачів соціальної мережі. Відбиралися тільки активні користувачі – ті, хто хоча б раз заходив на сайт в травні 2011 року. Ребрами з'єднувалися ті вершини, між якими була встановлена дружба. Всього таких ребер в графі було понад 69 мільярдів. При цьому був застосований оригінальний алгоритм (його програмна реалізація) обчислення функції сусідства – для фіксованого натурального t вона визначалась кількістю пар вершин в графі, мінімальний шлях між якими займає не більш за t ребер. В результаті їм вдалося встановити, що середня мінімальна відстань між двома вершинами – 4,74 ребра (тобто п'ять рукошестикань або, що те ж саме, чотири посередники). Крім того, з'ясувалося, що якщо обмежитися розглядом не усіх вершин, а тільки близьких до даної за деяким критерієм (наприклад, людей з однієї країни, соціальної або вікової групи), то ця відстань зменшується ще більше. Наприклад, для людей з Італії цей показник складає близько чотирьох ребер.

Як виявилось, саме ті мережі, вузли яких мають одночасно деяку кількість локальних і випадкових телекомунікацій, демонструють і ефект «малого світу», і великий рівень кластеризації. Саме до таких мереж відноситься мережа людських відносин, для якої підтверджений феномен малих світів. Зокрема, з концепцією «малих світів» пов'язаний практичний підхід, який зветься «мережевою мобілізацією», що реалізовується над структурою «малих світів». Зокрема, швидкість поширення інформації завдяки ефекту «малих світів» зростає на

порядки, в порівнянні з теоретично можливою, адже більшість пар вузлів мережі сполучені коротким шляхом.

Експертами з безпеки ефект «малих світів» останнім часом щораз частіше пов'язується з мережами терористичних організацій [98-99].

Одним з напрямів аналізу соціальних мереж є візуалізація відповідних графів. Візуалізація має важливе значення, оскільки часто дозволяє робити важливі висновки щодо характеру взаємодії вузлів, не вдаючись до точних методів аналізу. При відображенні моделі соціальної мережі доцільним може бути:

- розміщення вузлів мережі в двох вимірах;
- просторове впорядкування об'єктів в одному вимірі відповідно до деякої їх кількісної властивості, як, наприклад, положення в організаційній ієрархії або інша міра соціального статусу;
- використання загальних для усіх мережевих діаграм методів для відображення кількісних і якісних властивостей об'єктів і відношень.

Як приклади візуалізації соціальних мереж розглянемо деякі розробки компанії TouchGraph. Одним з найдинамічніших новинних ресурсів Інтернет сьогодні можна вважати і блоги (живі журнали). Компанія TouchGraph, зокрема, реалізувала інтерфейс для побудови соціальних мереж на основі LiveJournal – TouchGraph LiveJournal Browser.

У випадку візуалізації веб-простору засобами TouchGraph SEO Browser (<http://www.touchgraph.com/seo>) ребрами виступають не гіперпосилання, а відношення інформаційної відповідності, які в даній реалізації є ненаправленими. TouchGraph SEO Browser, що є Java-апплетом, що дозволяє візуалізувати зв'язки подібності між веб-сайтами, котрі розраховуються в пошуковій системі Google. У цьому інтерфейсі (рис. 9) можна побачити усі сайти, пов'язані відношенням подібності з початковим заданим сайтом, при цьому користувач може задавати глибину зв'язків і відображувати взаємозв'язки різних сайтів. TouchGraph SEO Browser дуже корисний інструмент також при пошуку сайтів, пов'язаних з початковою загальною тематикою.

Нині вчені все ще досить далекі від повного розуміння структури складних мереж і процесів, що відбуваються в них.

2.3.2. Модель, що враховує «далекі зв'язки»

З урахуванням концепції «телекомунікацій» була вдосконалена клітинна модель, наведена в попередньому розділі. Як і в описаному там випадку, електоральне поле спочатку було розділене на 4 частини, в пропорції 40 % – нейтральні, 25 % – чорні; 20 % – сірі і 15 % – світло-сірі клітинки. Як і раніше враховувалися погляди індивіда і восьми його найближчих сусідів (окіл Мура). Крім того, для кожної клітинки враховувався стан однієї або декількох «телекомунікацій» (їх кількість вибиралася заздалегідь при запуску моделі).

Модифікований вказаним чином алгоритм описує реалістичнішу картину. Дійсно, на індивідуума чинять вплив не лише його близькі, друзі або товариші

по службі. Дуже часто існують авторитетні для нього люди, віддалені, припустимо, територіально.

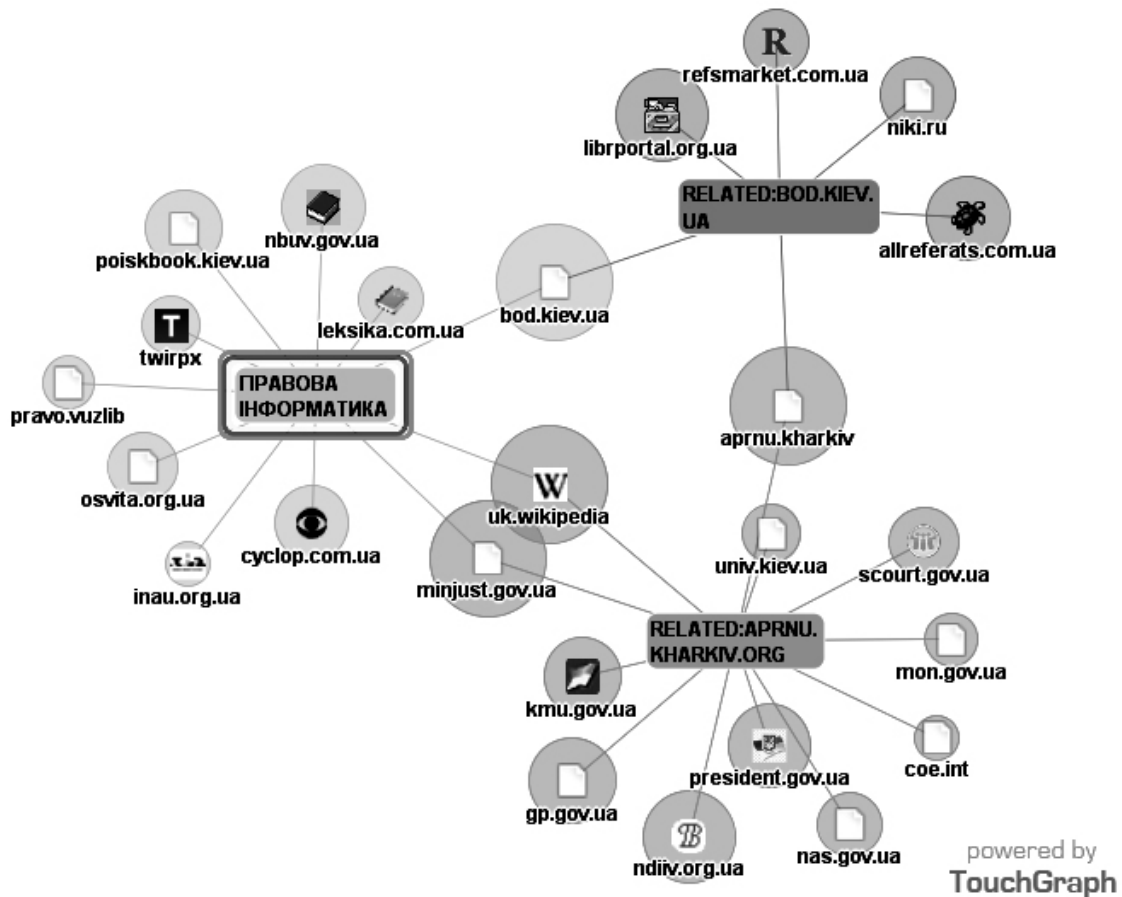


Рис. 9. Граф зв'язку сайтів в TouchGraph SEO Browser (ключове поняття – «Правова інформатика»)

Формально модифіковані правила можна записати таким чином:

$$y_{i,j}(t+1) = \begin{cases} \arg \max_{k=1,\dots,3} C(k, O(i, j) \cup P(i, j), t), y_{i,j}(t) \neq 0; \\ \arg \max_{k=0,\dots,3} C(k, O(i, j) \cup P(i, j), t), y_{i,j}(t) = 0. \end{cases}$$

де: $O(i, j)$ – окіл клітинки з індексами i, j ; $P(i, j)$ – клітинки, що відповідають далеким зв'язкам для клітинки i, j ;

$C(k, O(i, j) \cup P(i, j), t)$ – кількість елементів із значенням k у околі $O(i, j)$ на момент часу t .

Проведені дослідження моделі показали, що на відміну від першої моделі, швидкість збіжності (перехід до стаціонарних станів), виявилася дуже високою (10-30 тактів), при цьому кінцеві стани свідчать про значну чисельну перевагу електорату, що має на початку незначну перевагу (рис. 10).

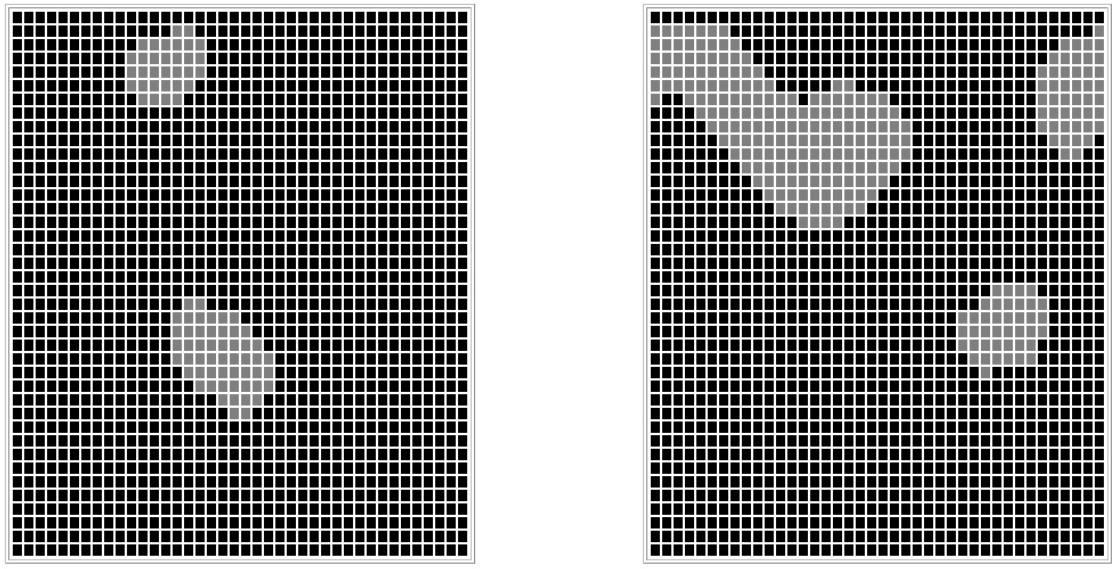


Рис. 10. Варіанти кінцевого стабільного стану модифікованої системи клітинних автоматів з «телекомунікаціями»

На рис. 11 наведена динаміка переваг електорату у рамках модифікованої моделі.

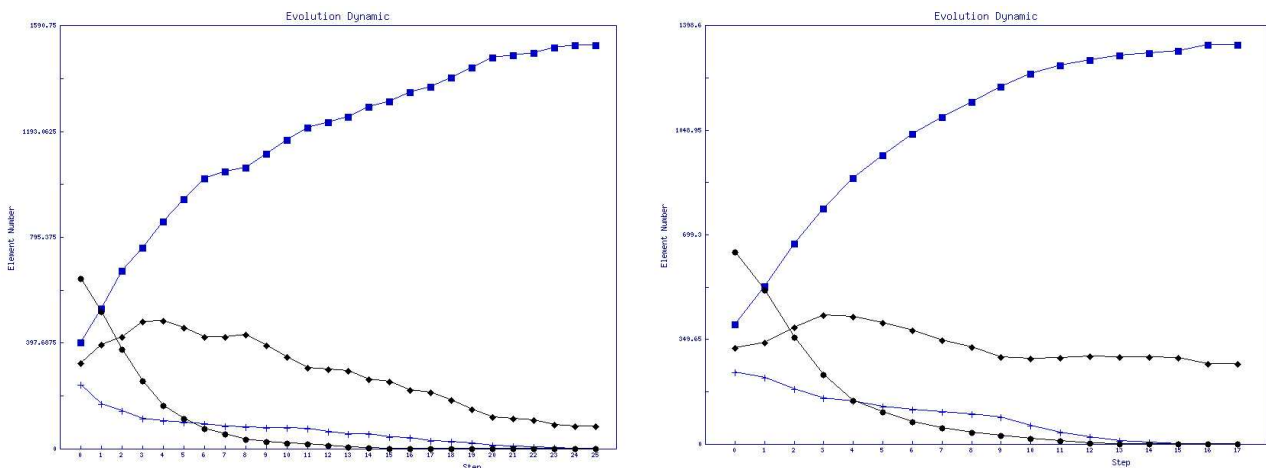


Рис. 11. Приклади динаміки еволюції електорального поля – залежність кількості клітинок, відповідних електоратам, від такту моделі: ■ – чорні, ● – білі, ◆ – сірі, + – світло-сірі клітинки

Розглянута модель показує, що електорат, що відноситься до малих партій, зрештою міняє переваги, причому значно частіше, ніж в базовій моделі, яка наведена у попередньому розділі. В даному випадку основний приріст прибічників партій-лідерів відбувається за рахунок електорату партій-аутсайдерів.

Життєва практика показує, що партії-аутсайдери часто успішно зберігають і примножують свій електорат. Ці процеси швидше за все можна пояснити впливом деяких зовнішніх чинників.

2.3.3. Модель, що враховує вплив зовнішніх факторів

Чинник зовнішнього впливу, який накладається на базову систему клітинних автоматів, що розглядався вище, полягає в деякій зміні алгоритму потактового перефарбовування клітинок. Тобто передбачається, що під дією зовнішніх чинників, наприклад, в результаті впливу політичної реклами в ЗМІ, думка виборця залежатиме не лише від кількості сусідів певної електоральної орієнтації, але і від «коефіцієнта посилення» їхнього впливу. Формально процес еволюції клітинки при цьому можна записати таким чином:

$$y_{i,j}(t+1) = \begin{cases} \arg \max_{k=1,\dots,3} C(k(1+v_k), O(i,j), t), & y_{i,j}(t) \neq 0; \\ \arg \max_{k=0,\dots,3} C(k(1+v_k), O(i,j), t), & y_{i,j}(t) = 0. \end{cases}$$

Тут $O(i, j)$ – окіл клітинки з індексами i, j ; v_k – коефіцієнт зовнішнього впливу фактору k ; $C(k(1+v_k), O(i, j), t)$ – кількість елементів із значенням k у околі $O(i, j)$ у момент часу t .

Результати моделювання, наведені на рис. 12, свідчать про вирішальний вклад в динаміку електоральних полів зовнішнього впливу. В цьому випадку блоки з найменшою початковою чисельністю, котрі мають мінімальну перевагу щодо зовнішнього впливу, практично витісняють електоральні сили, які лідирують на початку. На рис. 13 показана відповідна динаміка зміни чисельності електорату.

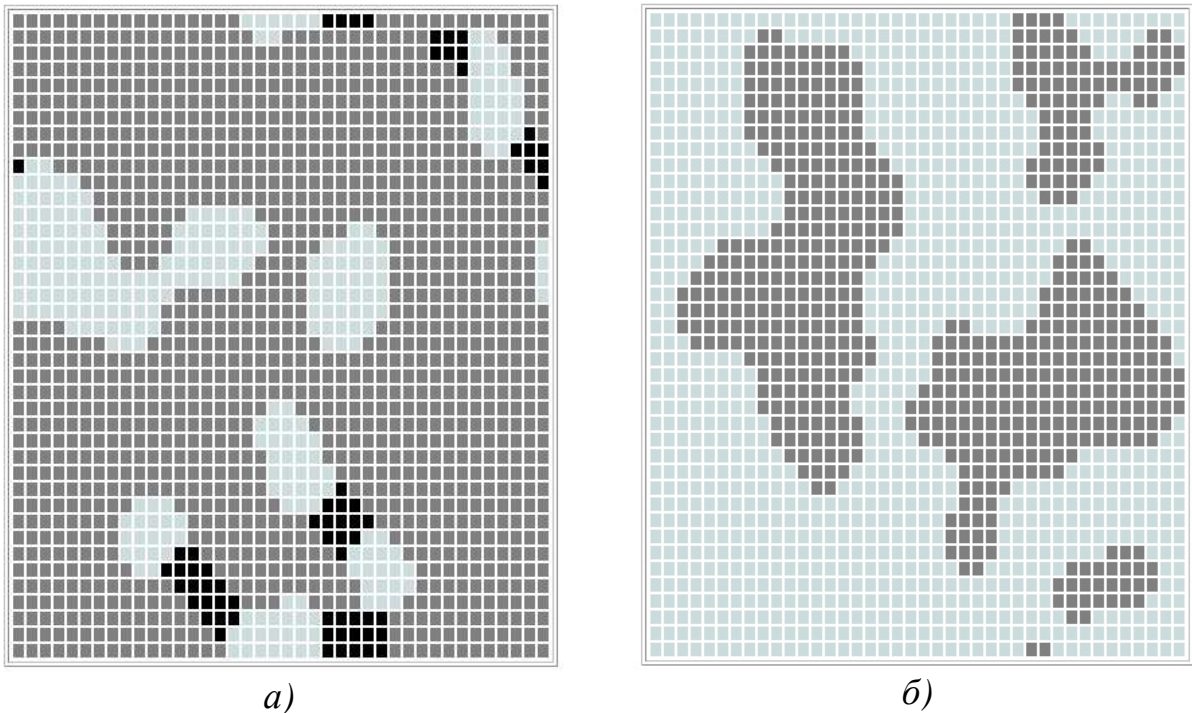


Рис. 12. Підсумкові «картинки» еволюції електоральних полів, співвідношення коефіцієнтів посилення: а) 0 – 0.25 – 0.25; б) 0 – 0.25 – 0.50

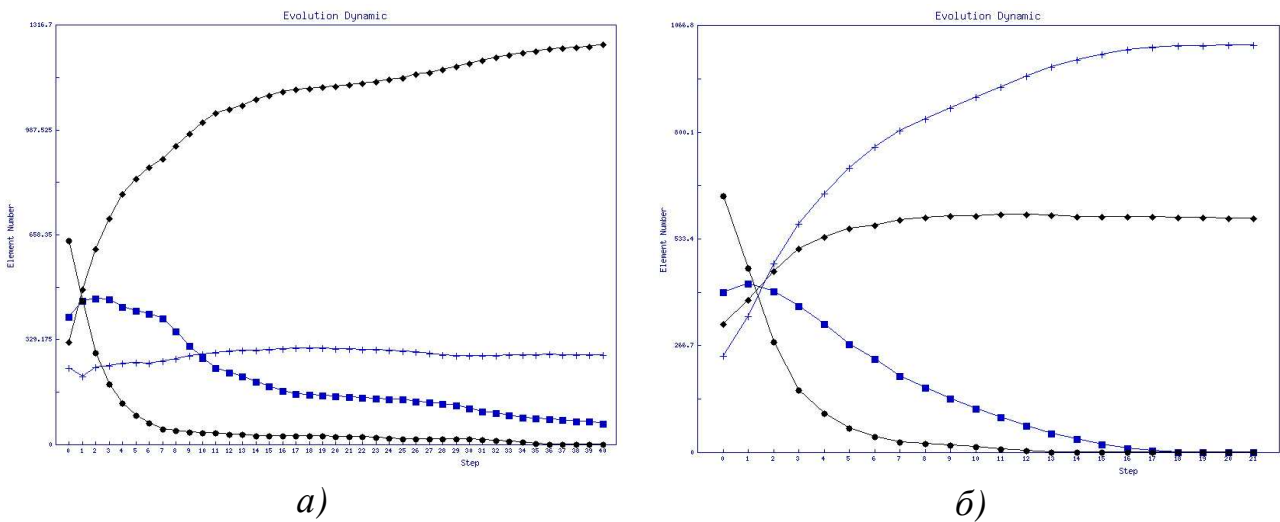


Рис. 13 – Динаміка еволюції електоральних полів, співвідношення коефіцієнтів посилення: а) 0 – 0.25 – 0.25; б) 0 – 0.25 – 0.50;
 ■ – чорні, ● – білі, ◆ – сірі, + – світло сірі клітинки

Наведені вище моделі систем клітинних автоматів мають загальну властивість, що полягає в простоті правил «життя» кожного окремого автомата. Водночас, множина клітинок в сукупності показує в результаті еволюції абсолютно нетривіальні результати, які на якісному рівні часто виявляються реалістичнішими, ніж традиційні аналітичні моделі.

Ці моделі значною мірою залежать від початкового стану, тобто від початкового «розфарбування» поля системи клітинних автоматів. Відповідно, у наведених моделях прикладають спеціальні зусилля (наприклад, додаткові перемішування), щоб розподіл клітинок різних кольорів був, за можливості, наближеним до рівномірного.

Разом з тим, іноді варто спеціально враховувати нерівномірність початкового розподілу клітинок – їхнє положення в моделі може асоціюватися, наприклад, з географічним розподілом об'єктів дослідження.

У розглянутій нижче моделі, що функціонує аналогічно представленій базовій, фіксується кількість клітинок певних кольорів: світло-сірих – 10 %, сірих 20 %, чорних 30 % і білих – 40 %. При цьому фіксується початковий стан, представлений у вигляді смуг (рис. 14), після чого відбувається перемішування – різні клітинки з випадково обраними позиціями міняються місцями – ця операція виконується задану наперед кількість разів, яка обумовлена «коефіцієнтом перемішування» (рис. 15) таким чином. Якщо розмір поля системи клітинних автоматів становить $N \times N$ клітинок, то кількість перемішувань задається формулою: $K = \alpha N^2$, де α – коефіцієнт перемішування.

За моделювання виявилось, що при $\alpha < 0,5$ у результаті еволюції системи клітинних автоматів співвідношення (не тільки клітинне, але й просторове) клітинок сірого, світло-сірого та чорного кольорів багато в чому збігається з початковим станом (кількість чорних і сірих клітинок збільшується абсолютному значенні лише за рахунок білих клітинок).

На рис. 15 *а* наведено початковий «перемішаний» стан, на рис. 15 *б* – стабілізований стан системи клітинних автоматів, з коефіцієнтом перемішування 0.6. Слід зазначити, що за наведеним стабілізованим станом ще можна визначити особливості початкового (неперемішаного) стану.

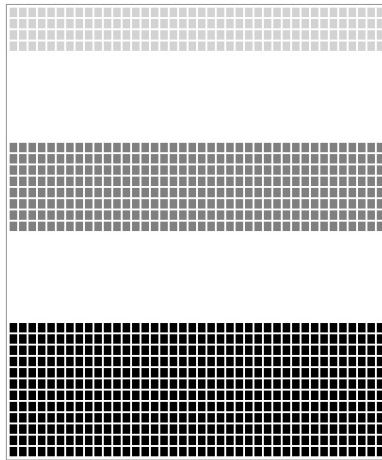


Рис. 14. Початковий стан

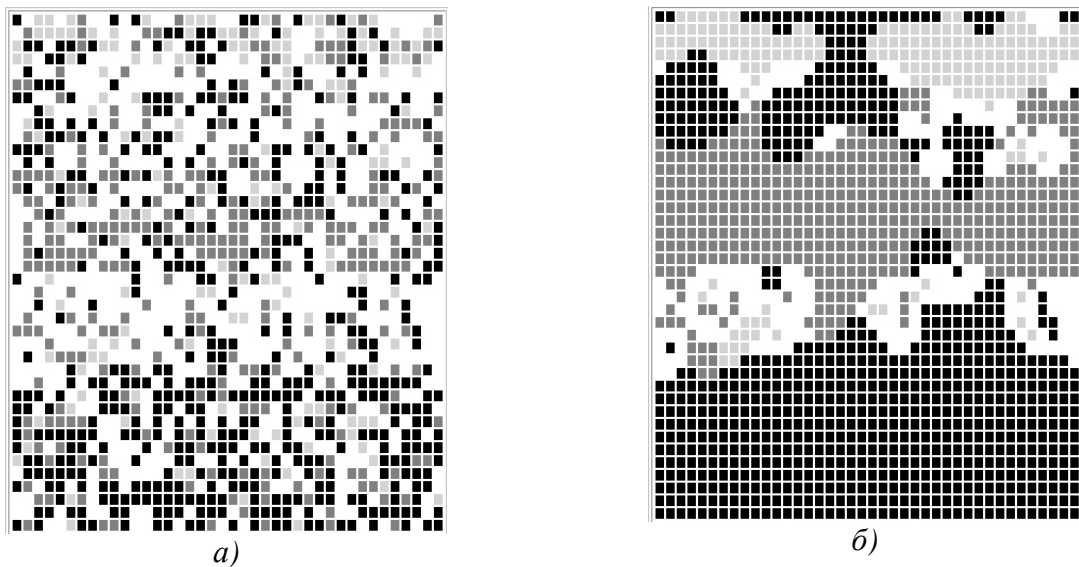


Рис. 15. Початковий «перемішаний» *а*) та стабілізований *б*) стани.
Коефіцієнт перемішування – 0.6

Динаміка еволюції даної системи клітинних автоматів (яка, до речі, характеризується високим ступенем збіжності), наведена на рис. 16.

Цікаво, що початковий «перемішаний» стан з коефіцієнтом $\alpha = 0.9$, що створює враження повністю випадкового (рис. 17 *а*), у процесі еволюції також приводиться до відповідної «смугастої» структури (рис. 17 *б*). Лише перемішування з коефіцієнтом, більшим одиниці, призводить до візуально «випадкового» стабілізованого стану системи.

Наведена модель системи клітинних автоматів з нерівномірним початковим розподілом дозволяє зробити висновок про те, що для структурної зміни стану

поля клітинних автоматів не досить часткового «перемішування» клітинок, необхідна практично повна заміна.

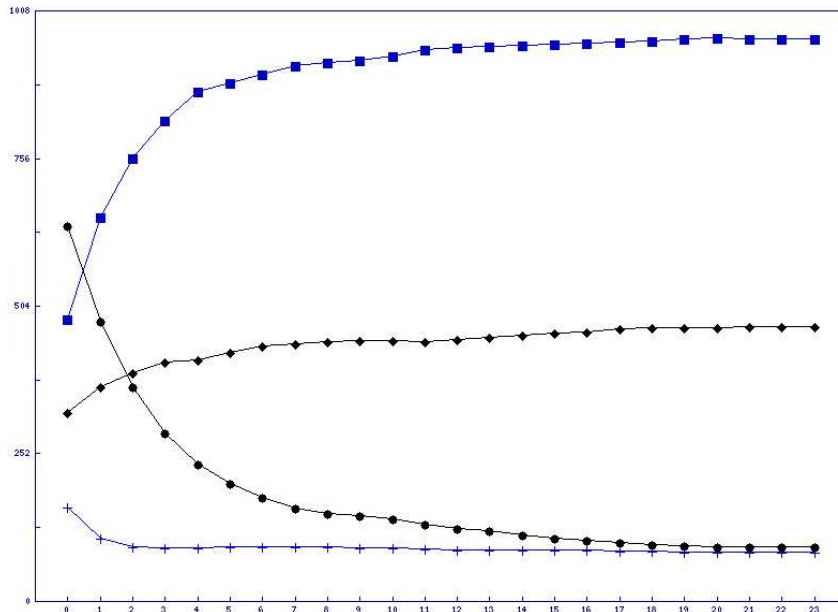


Рис. 16. Динаміка еволюції системи клітинних автоматів з коефіцієнтом перемішування 0.6; вісь абсцис – такт системи клітинних автоматів; вісь ординат – кількість клітинок відповідних кольорів: ■ – чорні, ◆ – сірі, + – світло-сірі клітинки

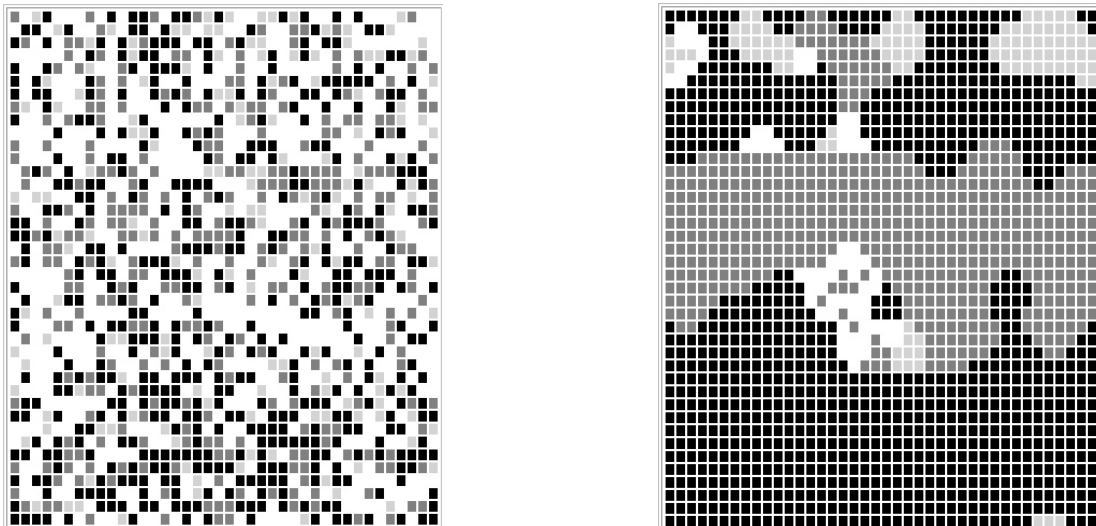


Рис. 17. Початковий «перемішаний» а) та стабілізований б) стани. Коефіцієнт перемішування – 0,9

Якщо розглядати наведену систему клітинних автоматів як спрощену модель обміну кадрами між регіонами, взаємодії типу «місто-село», переселення народів, то можна зробити висновок про те, що адаптивні можливості індивідів перевищують вплив факторів переселення і загальна структура системи не знає глобальних змін. Подібний висновок можна зробити і про вплив можливих

спроб «перекрашування» окремих індивідуумів (а не соціальних груп) з боку конкуруючих «колективів», наприклад, шляхом агітації, інформаційного впливу, підкупу тощо.

Дана модель, що описує складні соціально-психологічні явища, безумовно, є спрощеною, однак досить точно описує динаміку електоральних полів і дозволяє робити деякі прогнози на якісному рівні. Застосований механізм моделювання соціальної самоорганізації може розглядатися як доповнення до традиційних моделей динаміки складних соціальних систем.

2.3.4. Мережеві моделі формування суспільної думки

Нині мережеві інформаційні структури виступають, з одного боку, як джерела, а з іншого – як об'єкти інформаційного впливу.

Як відомо, соціальні мережі сприяють комунікаційним зв'язкам між людьми, реалізують їх соціальні потреби. Але вони також являють собою виклик безпеці суспільства, дозволяючи мобілізувати деструктивні сили, впливаючи на масову свідомість, іноді навіть маніпулюючи нею.

Соціальні мережі викликають все більшу зацікавленість у дослідників, зокрема тому, що у них виникають якісно нові властивості поведінки агентів, серед яких слід виділити спроможність до проведення ефективної мережевої мобілізації.

Серед потенційних загроз в інформаційній сфері в Законі України «Про основи національної безпеки України» [58] (стаття 7) відзначаються й ризики інформаційних впливів: «намагання маніпулювати суспільною свідомістю, зокрема, шляхом поширення недостовірної, неповної або упередженої інформації». У Доктрині інформаційної безпеки України [32], яку ввів у дію Президент України указом від 8 липня 2009 р. №514/2009, серед основних реальних і потенційних загроз інформаційній безпеці країни названі «зовнішні негативні інформаційні впливи на суспільну свідомість через засоби масової інформації, а також мережу Інтернет», «негативні інформаційні впливи, спрямовані на підрив конституційного ладу, суверенітету, територіальної цілісності і недоторканності кордонів України», «негативні інформаційні впливи, в тому числі із застосуванням спеціальних засобів, на індивідуальну та суспільну свідомість», а також «поширення суб'єктами інформаційної діяльності викривленої, недостовірної та упередженої інформації», «поширення в засобах масової інформації невластивих українській культурній традиції цінностей і способу життя, культу насильства, жорстокості, порнографії, зневажливого ставлення до людської і національної гідності», «поширення у світовому інформаційному просторі викривленої, недостовірної та упередженої інформації, що завдає шкоди національним інтересам України».

Близьке до поняття мобілізації поняття впливу членів соціальної мережі (агентів) полягає у формуванні у суб'єктів керування такої інформованості, яка найбільш вигідна для того агента, який керує. Сьогодні все більшої популярності здобуває поняття репутації в соціальних мережах. Досліджуються репутаційні мережі, метрики репутації тощо [100]. Дійсно, можливість впливу в соціальній мережі залежить від репутації тих, хто здійснює вплив. Репутація розглядається

як деяка вагова величина, що зростає, якщо вибір агента співпадає з тим, що від нього очікують інші, або знижується при неефективному керуванні.

Онлайнові мережі на даний час мають не тільки велике значення, що постійно зростає, для підтримки звичайних комунікаційних функцій, а й все частіше стають засобами інформаційного керування і впливу з метою маніпулювання особою, соціальними групами або суспільством.

Щодо мобілізації, то вона, як правило, застосовується як засіб поєднання зусиль учасників соціальних груп, суспільства для вирішення деякої проблеми, наприклад, ліквідації катастрофи, відсічі агресії тощо. Мобілізація в мережевому середовищі, як правило вимагає, ієрархічної організації останнього або деякої близькості до нього.

Самомобілізація в мережі може базуватися на тому принципі, що поведінка сусідів кожного агента впливає на його власну поведінку. З іншого боку, соціальні зв'язки забезпечують агента інформацією щодо намірів і дій інших агентів в мережі і формують представлення, на базі яких агент приймає свої рішення. Крім того, в соціальних мережах агенти можуть прикладати спільні зусилля, на що великий вплив має структура мережі. При цьому значення «впливу зверху» в ієрархії може бути зменшене.

Мережева мобілізація може розглядатися як початкова фаза «мережових війн». Так, відома «битва в Сієтлі» – велика демонстрація проти сесії СТО у 1999 році – була організована в мережі. У 2001 р. президент Філіппін Джозеф Естрада першим у світі втратив владу в Манілі через «мережеву війну». «Розповсюдження інтернет-технологій полегшує реалізацію принципу вільного доступу до інформації, що позбавляє еліту монополії на контроль за нею», вважає І. Ейдман [101].

Соціальні системи можуть бути описані за допомогою динамічних мереж [102]. Поточний стан інформаційної системи може бути представлено у вигляді графа $\langle M, L \rangle$, де M – це множина компонент (наприклад, агентів) соціальної мережі, а L – множина ребер, наприклад, зв'язків, посилянь тощо. Можливості мережевої мобілізації безпосередньо пов'язані з такими властивостями мереж, як зв'язність, кластеризація, середній найкоротший шлях між вершинами тощо.

Майже кожна соціальна процедура сьогодні є мережевою, причому, на відміну від традиційних поглядів на мережеві структури, у випадку мережевої мобілізації при моделюванні необхідно враховувати ряд особливостей [103]:

- ребра мережевого графа не обов'язково розглядаються як канали передачі інформації, вони можуть бути відображенням особливих соціальних відносин;
- ребра не є статичними в часі, вони можуть розвиватися на декількох рівнях, у тому числі прихованих, латентних;
- реальні мережі не є чітко ієрархічними, вони є еластичними комунікаційними системами;
- межі мереж визначаються за допомогою нечітких критеріїв;
- реальні мережі можуть роз'єднуватися, при цьому відділені підмережі можуть функціонувати як повнофункціональні.

При моделюванні мережевої мобілізації внаслідок взаємного впливу агентів виникає необхідність урахування чинників, що мають місце у реальних соціаль-

них мережах, які зумовлені як характеристиками і потребами агентів (впливають і піддаються впливу), характером їх взаємодії, так і основними властивостями самої соціальної мережі [104]:

- наявність власної думки агентів, яка може змінюватися під впливом інших членів соціальної мережі;
- цілеспрямована поведінка агентів;
- різна репутація агентів – різна значущість їх думок (від лідерів до аутсайдерів);
- різний ступінь схильності агентів до впливу (конформізму);
- різний поріг чутливості до зміни думки оточення;
- наявність «соціальної кореляції»;
- наявність зовнішнього впливу та зовнішніх агентів;
- вплив структурних властивостей соціальних мереж;
- асиметрична інформованість агентів;
- прийняття рішень агентами в умовах неповної інформованості тощо.

Соціальні мережі характеризуються наявністю так званої «структури співтовариства», тобто існують групи вузлів-агентів, які мають високу щільність ребер між собою, при тому, що щільність ребер між окремими групами – низька. Традиційний метод для виявлення структури співтовариств – кластерний аналіз. Існують десятки прийнятних для цього методів, які базуються на різних мірах відстаней між вузлами. Зокрема, для великих соціальних мереж наявність структури співтовариств виявилось характерною невід'ємною властивістю.

З погляду можливості мобілізації в мережі застосовують поняття цінності мережі [105]. Загальноприйнято, що цінність мережі – це потенційна доступність агентів, з якими будь-хто може зв'язатися у випадку необхідності.

Засновник американської Національної Радіомовної Компанії NBC Д. Сарнов визначив свого часу, що цінність мереж суспільного мовлення зростає пропорційно кількості слухачів n (закон Сарнова).

Р. Меткалф визначив, що цінність соціальної мережі зростає як $n(n-1)$ (закон Меткалфа). Він міркував таким чином: кожний агент соціальної мережі може бути зв'язаний з $n-1$ іншими агентами. Таким чином цінність всієї мережі пропорційна $n(n-1)$.

Д. Рід додав до виразу цінності соціальної мережі ще одну складову, пов'язану з поєднанням агентів мережі в групи (закон Ріда). Ця складова дорівнює $2^n - n - 1$ і визначається як кількість підмножин множини із n агентів без одиничних елементів і порожньої множини.

У деяких сучасних роботах пропонується оцінка цінності мережі як $n \cdot \ln(n)$. Основою цих міркувань є додаткове ранжирування цінності зв'язків, які відповідають закону Парето. Так, якщо для довільного агента соціальної мережі, яка складається з n членів, зв'язки з іншими агентами мають цінність від 1 до $1/(n-1)$, то внесок цього агента у загальну цінність мережі складає:

$$1 + 1/2 + \dots + 1/(n-1) \approx \ln(n).$$

Для цінності соціальної мережі пропонується формалізація, що відображає властивість адитивності: цінність об'єднання двох мереж має дорівнювати сумі

цінностей цих мереж. Так як кількість можливих конфігурацій за об'єднання двох мереж дорівнює добутку кількості конфігурацій у кожній з мереж, то для функції цінності має виконуватись формула:

$$f(m_1 m_2) = f(m_1) + f(m_2),$$

де: m_1 і m_2 – кількість конфігурацій першої і другої мережі, відповідно.

Якщо існує тільки одна конфігурація зв'язків агентів, то будемо вважати, що цінність такої мережі дорівнює нулю, тобто $f(1) = 0$.

Відомо, що існує лише одна функція, яка задовольняє названим вимогам – це логарифм.

Сенс цінності соціальної мережі у такій інтерпретації полягає складається у тому, що вона показує, наскільки у мережі здійснюється потенційна доступність агентів.

У випадку, якщо кількість можливих конфігурацій для мережі з n вузлів оцінювати як 2^n , то $\ln(2^n) = n$ і ми повертаємося до закону Сарнова.

Важливою характеристикою мережі є функція розподілу степенів вузлів $P(k)$, яка визначається як ймовірність того, що вузол i має степінь $k_i = k$, тобто розподіл степенів $P(k)$ відображає частку вершин із степенем k .

Мережі з різними розподілами степенів вузлів характеризуються досить різною поведінкою, $P(k)$ у деяких випадках може бути розподілом Пуасона ($P(k) = e^{-m} m^k / k!$), експоненційним ($P(k) = e^{-k/m}$), де m – математичне очікування; або степеневим ($P(k) \sim 1/k^\gamma$, $k \neq 0$, $\gamma > 0$).

Мережі із степеневим розподілом степенів зв'язності вузлів називають безмасштабними (*scale-free*). Саме безмасштабний розподіл часто спостерігається у реально існуючих мережах. Зокрема, більшість соціальних мереж є безмасштабними.

Досліджено, що безмасштабні мережі досить толерантні до випадкових атак, руйнування випадкових вузлів. У випадковій мережі (мережі з рівномірним розподілом степенів вузлів, які на цей час найбільше вивчені) у порівнянні з безмасштабними мережами менша кількість випадкових атак може зруйнувати мережу. Велика безмасштабна мережа може поглинати випадкові вилучення вузлів, що охоплюють до 80% її складу, і лише потім така мережа розпадається. Причина цього полягає у тому, що випадкові відмови більш ймовірні у відносно невеликих вузлах. Водночас, безмасштабні мережі дуже вразливі з погляду цілеспрямованих руйнувань їх концентраторів (вузлів з найбільшими значеннями посередництва). Атаки, які миттєво знищують лише 5-15% концентраторів подібних мереж, можуть зруйнувати всю мережу.

Для соціальних мереж виявлено ряд ефектів, які вже було названо вище. Зупинимось більш детально на деяких з них.

«Малі світи»

Мережеві структури, відповідно властивостям малих світів, мають наступні типові властивості: мала середня довжина шляху (що характерно також для випадкових мереж) і великий ступінь кластеризації (що властиво мережам з регулярною структурою).

До мереж соціальних зв'язків, які мають структуру малого світу, застосовні мережеві технології «масової мобілізації». Якщо в такі мережі «вкинути» яскраві образи, що мобілізують ідеї, то вони будуть поширюватися там, як епідемія. При точному виборі відповідних образів виникає масова соціальна реакція. Відбувається мобілізація, причому мінімальними засобами і за мінімальний час. Таким чином, для успіху мережевих технологій мобілізації вкрай важливі дві речі: наявність потужних соціальних мереж типу «малого світу» і система мобілізуючих ідей-образів.

Нагадаємо, що у 2011 році дослідники з Міланського університету посилили гіпотезу шести рукошляків – виявилось, що у мережі Facebook більшість людей пов'язані між собою в середньому через чотирьох посередників.

«Клуб багатих»

У багатьох соціальних мережах спостерігається така тенденція, як хороша зв'язність між вузлами-концентраторами. Це явище, відоме під назвою елітарність (або феномен «клубу багатих» – rich-club phenomenon), може бути охарактеризоване коефіцієнтом елітарності [106, 107]. Аналіз топології веб, зокрема, показав, що вузли з великим ступенем вихідних гіперпосилань мають більше зв'язків між собою, ніж з вузлами з малим ступенем, тоді як останні мають більше зв'язків з вузлами з великим ступенем, ніж між собою.

«Клітинні мережі»

Соціальні, зокрема, терористичні мережі часто характеризуються як клітинні – створені з майже незалежних клітинок. Формальне визначення клітинних мереж було дане в [108] у термінах мережевих компонентів і властивостей. Клітинні мережі мають такі властивості, як надмірність, наявність тісно зв'язаних клітинок (4-6 осіб), відсутність управління вертикальним способом (нечіткі директиви), відсутність планування (формування за рахунок локальних обмежень), можливість еволюціонування у відповідь на деструктивну діяльність [109].

Будь-яка соціальна мережа є динамічною системою, відновлення якої після вилучення кращих «посередників» здійснюється за рахунок латентних зв'язків з іншими компонентами інформаційного простору. Після того як інформаційна система розділяється на ізольовані фрагменти, вона може «використовувати» ці зв'язки та швидко відновлювати зв'язність, тобто складним динамічним мережам притаманна самовиліковність. Як приклад можна навести факт, що атаки на тренувальні табори терористів у Центральній Азії практично ніяким чином не зруйнували їхні мережі. Тому за дослідження задач дестабілізації терористичних мереж пріоритет надається пошуку ключових осіб, нейтралізація (усунення) яких розділить мережу на складові. Проте експерименти показують, що після того, як терористична мережа розділяється на ізольовані осередки, вона продовжує використовувати свої приховані ресурси та швидко відновлює втрати. Одночасність атак на концентратори в цьому випадку істотна.

Серйозною перешкодою при аналізі мереж є неповна інформація про зв'язки між окремими вузлами мережі. Група дослідників з Інституту Санта Фе представила алгоритм, за допомогою якого стає можливим автоматичне отримання інформації про ієрархічну структуру соціальних мереж [110]. Цей метод

відновлення мереж може придатись різним спецслужбам. Так, знаючи, наприклад, лише про половину зв'язків між терористами, можна буде з високою ймовірністю відновити відсутні ланки всього ланцюжка. Маючи інформацію лише про половину контактів терористів між собою, можна з імовірністю 0,8 прогнозувати ті зв'язки, щодо яких спочатку нічого не було відомо. Очевидно, що даний метод може надати важливу допомогу в справі виявлення прихованих мережевих організацій, і таким чином поставити справу забезпечення державної й міжнародної безпеки на якісно новий рівень.

Властивості складних мереж обумовлюють тактику їх руйнування, яка передбачає такі етапи як аналіз і планування, практично одночасна нейтралізація вузлів-концентраторів, послідовне знищення інших вузлів у порядку спадання відповідних показників посередництва.

При дослідженні живучості мережевої структури основний інтерес представляє перехід від зв'язаної мережі до розрідженої в результаті деструктивних впливів, що виражаються у видаленні елементів мережі – ребер або агентів. При цьому функціональна відмова розглядається як видалення окремого елемента. У цьому випадку виникає досить точна аналогія з межею протікання (або перколяційним порогом), який пов'язаний з фазовим переходом.

Безмасштабні мережі досить схильні до впливу епідемій (у випадках соціальних мереж як «інфекції» можуть розглядатися ідеологічні впливи, технічні інновації тощо). У випадковій мережі епідемія має перебороти деякий критичний поріг (кількість заражених вузлів) і тільки тоді вона може поширюватися на всю систему. Нижче цього порогу епідемія зникає. Дані, наведені у роботі [111], показують, що у безмасштабній мережі поріг для епідемії практично дорівнює нулю. Ротенберг [112] відмітив, що ознака безмасштабності реальних терористичних мереж вступає в протиріччя із настановами для комунікаційної інфраструктури, наведеної в навчальному посібнику Аль-Каїди [113]. Тому, якщо терористична мережа спостерігається як безмасштабна (у реальності найчастіше – саме так), можна стверджувати, що така природа не є предметом цілеспрямованого планування, а є результатом природного впорядкування.

Мережева мобілізація безпосередньо пов'язується із структурою «малих світів». Зокрема, швидкість поширення інформації завдяки ефекту «малих світів» у реальних мережах зростає на порядки порівняно з випадковими мережами, адже більшість пар вузлів реальних соціальних мереж з'єднані короткими шляхами.

Досліджуючи когнітивні процеси в соціумі, соціологи з Центру академічних соціально-когнітивних досліджень при Політехнічному інституті Ренсселіра (США) побудували модель формування громадської думки, в якій члени колективу також вільно обмінюються думками [114]. Кожен учасник мережевої моделі міг обмінюватися думкою з іншими за певними правилами. Якщо думка «слухача» співпадала з думкою «співрозмовника», точка зору «слухача» отримувала додаткові бали. Якщо вона не співпадала з чужою думкою, слухач приймав цю думку до відома і переключався на іншого «спікера». Якщо і цього разу співрозмовник трансліював ті ж «нові погляди», слухач приймав нову точку зору.

Таким чином модель імітувала конкуренцію особистих поглядів з різними ваговими коефіцієнтами.

Побудувавши консенсно-орієнтовану мережу, соціологи почали додавати до неї «принципових» агентів, не схильних міняти свою точку зору. До тих пір, поки доля таких агентів не перевищувала 10 відсотків, не спостерігалось видимого прогресу в поширенні їхніх ідей. Але як тільки десятипроцентна планка була подолана, ідея поширювалась по мережі як пожежа. Як приклад подібного фазового переходу автори навели події 2011 р. в Тунісі і Єгипті, де суспільний консенсус, в якому довгий час не спостерігалися ніяких істотних переміщень, трансформувався буквально за тиждень.

Показово також, що розмір частки «принципових», критичний для запуску перехідних процесів, ніяк не залежав від типу використовуваної мережевої моделі. Іншими словами, не важливо, з яких саме мережевих позицій починала поширюватися нова ідея, виявляється, що для успішного впливу на соціум досить, щоб «принциповим» був кожен десятий незалежно від його громадського положення.

У 2009 році американське агентство оборонних розробок DARPA оголосило конкурс «Мережевий виклик», учасники якого мали розробити найкращий метод для мобілізації та координації громадських дій по всій території США. Організатори конкурсу заховали на континентальній території США десять червоних метеорологічних куль-зондів, запуск яких повинні були зафіксувати учасники «виклику» [115].

Випускники Массачусетського технологічного інституту (MIT) під керівництвом Алекса Пентланда створили універсальний алгоритм мобілізації та координації дій великих груп людей через Твіттер, інші блоги та соціальні мережі. Обрана авторами стратегія дозволила їм зібрати 845 пірамід з добровільних послідовників, загальна чисельність яких склала 4,5 тисячі користувачів. Найширша мережа містила 602 користувача, а сама «висока» складалася з 14 рівнів «піраміди». Були виміряні відстані між користувачами за допомогою LiveJournal і було виявлено, що люди прикладали найбільші зусилля і досягали більшого успіху в тому випадку, якщо вони намагалися залучити своїх друзів з віддалених від них міст (слабкі зв'язки).

Типовий сценарій мережевої мобілізації орієнтується на, умовно кажучи, дешеву мережу (скелет цієї мобілізаційної структури, первинну мережу людей-хабів, які мають велику кількість особистих зв'язків і можуть організувати розповсюдження потрібних образів), надбудовані над уже існуючою структурою малих світів.

Терористичні мережі – це найбільший виклик суспільній безпеці. Тому їх вивчення, моделювання, прогнозування поведінки та руйнування – завдання як наукове, так і суто практичне.

Події кінця 2010 року на Манежній площі в Москві показали, що співтовариство російських футбольних фанатів представляє серйозну силу, здатну мобілізувати кілька тисяч осіб за досить короткий термін. Акція пам'яті загиблого Є. Свиридова (члена угруповання фанатів "Юніон", який був убитий в результаті зіткнення з групою з восьми кавказців) переросла в масові виступи, що закінчи-

лися нападами на представників Північного Кавказу і Центральної Азії та вбивством. Всі вони носили ксенофобський характер і висловлювали невдоволення на адресу системи правосуддя, яка відпустила співучасників Аслана Черкесова (вбивці Свиридова) нібито під тиском кавказької діаспори.

Аналіз відкритої статистики основних сайтів московських фанатів, таких як fratria.ru, fanat1k.ru і spartak.msk.ru, показує, що на всіх сайтах фанатів зросла активність, проте основне зростання мережевої активності спостерігається на сайті fanat1k.ru, пов'язане з «хуліганями» «Спартака». Зараз, як ми могли бачити, етно-націоналісти знайшли спосіб посилити свою онлайн-присутність, при цьому не тільки активно діючи оффлайн і онлайн, а й інтегруючи свої ідеї в співтоваристві фанатів. Субкультура заявила про себе на центральній московській площі.

Народні хвилювання в Тунісі (вони вже отримали назву «жасминової революції») стали своєрідним детонатором, спробою підірвати ситуацію в, здавалося б, спокійних сусідніх країнах. Найбільшу увагу прикував до себе Єгипет – найбільша арабська держава. Аналітики вже давно називали його «колом на глиняних ногах». Аналітики багато в чому пов'язують радикалізацію молоді з впливом такого фактора сучасної цивілізації, як розвиток інформаційних технологій. Соціальні мережі Інтернету дозволили згуртуватися молодим представникам інтелігенції і сформулювати свої вимоги.

На це звернув увагу російський сходознавець Георгій Мирський: «Варто відзначити стійкість і непохитність людей, в авангарді яких йшла молода інтелігенція. Побачивши, що сталося в Тунісі, вони за допомогою Інтернету мобілізували народні маси. Без Інтернету взагалі нічого не було б».

Єгипетську революцію 2011 р. в засобах масової інформації іноді називають Революцією 2.0 і першою твіттерною революцією, оскільки в ході революції активно використовувався Твіттер для інформування широкої громадськості щодо подій та масової мобілізації протестуючих.

Після «Арабської весни» технології мережевої мобілізації нависли над Нью-Йорком. Під впливом мережевої мобілізації була проведена серія мітингів критиків економічної політики США, фінансистів і великих корпорацій. На їхню думку, майнова нерівність підриває основи державного устрою і веде країну в прірву. Всього було затримано та оштрафовано близько 700 осіб. Ядром мітингуєчих є організація Occupy Wall Street, представники якої не заперечують той факт того, що їх надихнула так звана «Арабська Весна». Occupy Wall Street хоче ненасильницькими методами відновити демократію в країні. При цьому організатори акції зізнаються, що трохи переоцінили потенціал «мережевої мобілізації». За їх даними, загальна кількість учасників американського дня гніву, розкиданих по різних парках і скверах, було біля 5 000.

Зараз соціальні мережі все більше розглядаються як свій частковий випадок, а саме як онлайніві соціальні мережі в Інтернет, такі як Twitter, Facebook, «Однокласники» тощо.

Чому така велика увага при викладенні приділяється Інтернету? Очевидно, більша половина людства не має до нього постійного нецензурованого доступу, але ситуація може змінитися суттєво. Колись телебачення вважалось елітарною розвагою – сьогодні це буденність. Так само буде і з Інтернетом, тільки швидше.

Або вже не з Інтернетом, а тим, що прийде за ним. Відомо, що нововведення впроваджуються з усе більшим прискоренням.

Онлайнві соціальні мережі, як і будь-яке інше масштабне соціальне явище, породжують ряд проблем: відрив користувача від реальності; брак живого спілкування; користувач починає витрачати надто багато часу на спілкування, зокрема, з незнайомими йому людьми, що може негативно позначитися на його навчанні, роботі та особистому житті, і т. д.

Підкреслимо, що якщо соціальні мережі дозволяють здійснювати інформаційне управління (маніпулювання, приховане управління), то неминуче виникає і «подвійне» завдання – аналіз та забезпечення інформаційної безпеки соціальних мереж.

Наприклад, загрозою правам і свободам громадянина у сфері духовного життя та інформаційної діяльності може бути витіснення вітчизняних інформаційних агентств, засобів масової інформації з інформаційного ринку і посилення залежності всіх сфер суспільного життя від зарубіжних інформаційних структур.

2.4. Експертні моделі

Для моделювання аналізу соціально-правових процесів необхідно забезпечити аналітиків різними методами проведення експертних оцінок, що знайшли застосування в інших областях діяльності і підтвердили свою ефективність. При цьому дане завдання ускладнюється значними труднощами їхньої формалізації і відсутністю загально визнаних методик вимірів і обробки інформаційних потоків, що вносить істотні неточності до моделей, прогнозів і оцінок ситуацій, що виникають в соціально-правовому середовищі.

При прогнозуванні і аналітичному плануванні соціально-правових процесів широко застосовується метод аналізу ієрархій (МАІ), розроблений Т. Сааті [116, 117]. МАІ включає метод парних порівнянь, який є основою для отримання аналітичних висновків за допомогою експертних оцінок.

За визначенням Т. Сааті, МАІ є систематичною процедурою для ієрархічного представлення елементів, що визначають суть будь-якої проблеми. Метод полягає в декомпозиції на прості складові і подальшій обробці окремих чинників по парних порівняннях. В результаті може бути чисельно виражена відносна інтенсивність взаємодії елементів в ієрархії.

У МАІ будь-яка проблема заздалегідь структурується і представляється у вигляді ієрархії (на практиці найчастіше мережевої). Таким чином, основна мета і усі чинники, що впливають на досягнення мети, розподіляються за рівнями ієрархії залежно від інтенсивності впливу.

МАІ широко застосовується при аналізі і прогнозуванні ринків в економіці, а також при рішенні завдань безпеки. Зокрема, відомі роботи [118, 119], у яких представлена методика оцінки рівня безпеки для держави, розроблені методичні рекомендації з прогнозування сценаріїв розвитку політичної обстановки і встановленню режимів функціонування елементів системи забезпечення військової безпеки держави.

Ключовим моментом в МАІ є побудова багаторівневої ієрархії. Наприклад, якщо представити потенціал виборчого блоку і у вигляді деякої *k*-рівневої ієрархії, то для оцінки його виборчого потенціалу можна використовувати метод аналізу ієрархій, який включає такі етапи:

№ етапу	Етап	Деталізація змісту етапу
1	Формулювання мети оцінювання	Формується мета оцінювання і визначаються сфери – оцінки програм виборчого блоку
2	Побудова ієрархії сфер і показників оцінювання	На першому рівні – мета оцінювання (оцінка виборчого потенціалу); на другому – вона пов'язується зі сферами (політичною, економічною, культурологічною та ін.); на третьому – окремі показники, що відносяться до вибраних сфер, наприклад, відношення до подвійного громадянства, декількох державних мов, євроінтеграційних процесів і т.п.
3	Побудова матриці парних порівнянь сфер	Розробляються бланки матриць парних порівнянь
4	Побудова матриці парних порівнянь показників	
5	Визначення пріоритетів сфер	При визначенні пріоритетів основна увага концентрується на сферах і показниках, що мають найбільшу вагу
6	Визначення пріоритетів показників	
7	Розрахунок поточного рівня виборчого потенціалу	Розраховується підсумкове нормоване значення рівня виборчого потенціалу.
8	Порівняння поточного рівня виборчого потенціалу з передбачуваним порогом реагування	Отриманий підсумковий рівень виборчого потенціалу блоку порівнюється з пороговим з метою проведення необхідних заходів при його перевищенні (у випадку, якщо аналітик працює на користь конкуруючого блоку)

Після визначення мети оцінювання, другим етапом застосування МАІ є структуризація проблеми у вигляді ієрархії. У простому вигляді ієрархія будується від мети, через проміжні рівні – сфери до самого нижнього рівня, який в загальному випадку є набором показників-альтернатив. На другому етапі виконується процес побудови ієрархії, який триває до тих пір, поки в неї не включені усі основні чинники.

Допустима практично будь-яка кількість рівнів, проте в подальшому викладі, не обмежуючи загальності, зупинимося на трирівневій моделі, перший рівень якої – мета – оцінка програми виборчого блоку, другий рівень – сфери – політичні, економічні, соціальні та ін., третій рівень – окремі показники, наприклад, відношення до подвійного громадянства, декількох державних мов, інтеграційних процесів тощо.

Після ієрархічного відтворення проблеми встановлюються пріоритети критеріїв і оцінюються кожна сфера і показник за критеріями. У МАІ елементи завдання порівнюються попарно по відношенню до їх дії на загальну для них ха-

рактеристику. Система парних відомостей призводить до результату, який може бути представлений у вигляді обернено-симетричної матриці.

Вибір шкали критеріїв визначався наступними вимогами:

- шкала має враховувати всі нюанси й варіанти різних суб'єктивних оцінок різних людей;
- експерт має бути максимально упевненим в усіх градаціях своїх суджень.

Для проведення парних порівнянь в МАІ вводиться відповідна матриця $A = \|a_{ij}\|$, елементом a_{ij} якої є інтенсивність прояву елемента ієрархії i відносно елемента ієрархії j , що оцінюється за шкалою від 1 до 9, запропонованою Т. Сааті для проведення суб'єктивних парних порівнянь. При цьому критерії мають наступний смисл:

Інтенсивність важливості	Визначення	Пояснення
1	Рівна важливість	Однаковий вклад двох елементів
3	Незначна перевага одного над іншим	Досвід і судження свідчать про легку перевагу одного елемента над іншим
5	Істотна перевага	Досвід і судження свідчать про сильну перевагу одного елемента над іншим
7	Значна перевага	Одному з елементів надається настільки сильна перевага, що він стає значущим
9	Дуже сильна перевага	Очевидність переваги одного елемента над іншим підтверджується сильно
2,4,6,8	Проміжні рішення	Застосовуються в компромісних випадках
Обернені величини наведених вище чисел	Якщо при порівнянні одного елемента з іншим отримане одне з вищезгаданих чисел, то при порівнянні другого виду діяльності з першим записується обернена величина	

Шкала Т. Сааті та її незначні модифікації виявилась ефективнішою в порівнянні з іншими розглянутими шкалами. Після закінчення побудови ієрархії (етапів 3 і 4) для кожної опорної вершини відповідного графа ієрархії проводиться оцінка вагових коефіцієнтів, що визначають міру її залежності від вершин нижчого рівня, що впливають на неї. При цьому використовується метод парних порівнянь. Існує декілька варіантів методу парних порівнянь. У модифікації цього методу, що розглядається нижче, чинники порівнюються попарно по відношенню до їх дії (за інтенсивністю або вагами) на загальну для них сферу або показник.

Нехай в конкретному завданні необхідно визначити склад деякої виборчої програми. Причому нехай A_1, A_2, \dots, A_n основні чинники, програмні положення, що відносяться до різних сфер виборчої програми блоку i . Тоді для визначення структури виборчої програми заповнюється матриця парних порівнянь:

	A_1	A_2	...	A_n
A_1	1	a_{12}		a_{1n}
A_2	a_{21}	1		a_{2n}
...			...	
A_n	a_{n1}	a_{n2}		1

Тут a_{ij} – елементи матриці парних порівнянь, n – кількість рядків і стовпців матриці. Якщо за порівняння одного чинника (сфери у випадку 2-го рівня ієрархії) i з іншим j отримано $a_{ij} = b$, то при порівнянні другого чинника з першим отримуємо $a_{ij} = 1/b$.

За проведення парних порівнянь при порівнянні різних елементів ставляться такі питання:

- який з них важливіше або має більшу дію?
- який з них вірогідніший?
- який з них прийнятніший?

Якщо позначити долю фактору A_i як w_i , то елемент матриці буде $a_{ij} = w_i / w_j$.

Таким чином, в даному варіанті застосування методу парних порівнянь визначаються величини відношення значень чинників. При цьому очевидно, що матриця є додатно-визначеною, обернено-симетричною і має ранг 1.

Фактично основна задача МАІ полягає у пошуку вектора (w_1, w_2, \dots, w_n) . Застосовуючи МАІ, експерти, здійснюючи парне порівняння факторів A_1, A_2, \dots, A_n , заповнюють таблицю парних порівнянь. Очевидно, що коли w_1, w_2, \dots, w_n невідомі заздалегідь, то парні порівняння виконуються з використанням суб'єктивних суджень, що чисельно оцінюються за шкалою, аналогічною наведеній вище.

Експерт, порівнюючи n чинників, реально здійснює $n(n-1)/2$ порівнянь.

Крім того, зважаючи на виконання співвідношення $a_{ij} = a_{ik} a_{kj}$, справедливого для усіх значень k , проводиться опосередковане порівняння факторів A_i і A_j через відповідні порівняння цих факторів з фактором A_k . Врахування цих додаткових порівнянь дозволяє значно підвищити надійність отримуваних результатів.

Відносна значимість або вага окремого об'єкту в ієрархії визначається оцінкою відповідного йому елемента власного вектора матриці пріоритетів, нормалізованого до одиниці. Один з основних методів обчислення вектора w ґрунтується на наступному твердженні лінійної алгебри – шуканий вектор є власним вектором матриці парних порівнянь, що відповідає максимальному власному числу (λ_{max}).

Процедура визначення власних векторів матриць піддається наближенню за допомогою обчислення геометричного середнього x_i : компонента власного вектора x_i в цьому випадку визначається таким чином:

$$x_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n \frac{w_i}{w_j}}$$

Відомо, що у додатно-визначеної, обернено-симетричної матриці з рангом рівним 1, максимальне власне число дорівнює розмірності цієї матриці (тобто n у даному випадку). Найчастіше обчислене максимальне власне число (λ_{max}) для

складеної експертом матриці відрізнятиметься від відповідного власного числа для ідеальної матриці. Ця відмінність характеризує так звану неузгодженість реальної матриці, і, відповідно, характеризує рівень довіри до отриманих результатів. Чим більше ця відмінність, тим менше довіра. Таким чином, ця модифікація методу парних порівнянь містить внутрішні інструменти, що дозволяють визначити якість оброблених даних і міру довіри до них. При цьому дуже корисним побічним продуктом теорії є так званий індекс узгодженості (I), який дає інформацію щодо міри порушення узгодженості і обчислюється за формулою:

$$I = (\lambda_{max} - n) / (n - 1).$$

Якщо такі відхилення перевищують встановлені межі, то тому, хто проводить судження, слід перевірити їх ще раз.

Якщо розділити I на число, відповідне випадковій узгодженості матриці того ж порядку (значення випадкових узгодженостей для матриць різних порядків наведені у [117]), то отримаємо відношення узгодженості, величина якого має бути меншою, але близькою до 0,1, щоб бути прийнятною. В деяких випадках допускається більше значення цього відношення, до 0,2, а в інших випадках слід перевірити свої судження.

Як вже зазначалося, дана версія методу парних порівнянь дозволяє визначити якість початкових даних. Причому Т. Сааті рекомендує при погано узгодженій матриці або змінити експертів, або знайти додаткові дані, або вирішувати проблему іншим методом.

Ще один, простіший підхід до визначення вектора (w_1, w_2, \dots, w_n) полягає в тому, що підсумовуються по рядках елементи матриці парних порівнянь (для кожного значення i обчислюється сума $a_i = a_{i1} + a_{i2} + \dots + a_{in}$). Після цього всі a_i нормуються так, щоб їхня сума дорівнювала одиниці. У результаті отримуємо шуканий вектор (w_1, w_2, \dots, w_n).

Таким чином, $w_i = a_i / (a_1 + a_2 + \dots + a_n)$.

Цей спосіб значно простіше в реалізації, але він не дозволяє визначити якість початкових даних.

Для синтезу пріоритетів Сааті рекомендує з групи матриць парних порівнянь формувати набір локальних пріоритетів, які виражають відносний вплив множини елементів на елементи верхнього рівня. Потім визначається відносна вага кожного окремого об'єкту шляхом розв'язання систем рівнянь, виражених матрицями парних порівнянь, кожна з яких має обернено-симетричні властивості. Для цього треба обчислити множину власних векторів для кожної матриці, нормувати їх до одиниці, отримуючи тим самим вектор пріоритетів.

У даному випадку обчислення глобальних пріоритетів L_k , ($k = 1, \dots, n$) для сфер – 2-го рівня ієрархії в момент t_0 виконується у відповідності з відомими формулами матричного обчислення:

$$L_k(t_0) = r_k / \sum_{j=1}^n r_j,$$

де: $r_k = w_k / w_1 \times w_k / w_2 \times \dots \times w_k / w_n$.

Після розрахунку пріоритетів сфер L_k за аналогічним алгоритмом виконується процедура визначення пріоритетів показників $P_j, j = 1, \dots, K$, де K – сума розмірності підматриць парних порівнянь, які були побудовані для 3-го рівня ієрархії.

Остаточне нормоване значення виборчого потенціалу для окремого виборчого блоку в момент t_0 розраховується за формулою:

$$A(t_0) = \sum_{j=1}^K (L_j P_j) / \sum_{j=1}^K \max(L_j P_j).$$

Цю методику можна застосовувати і для інших об'єктів, що мають відношення до виборчих процесів. Наприклад, як чинники можна розглядати виборчі блоки і будувати матрицю їх парних порівнянь для різних регіонів, що з урахуванням особливостей регіональних електоральних полів, може виявитися хорошою основою для прогнозу результатів виборчої кампанії. При цьому слід зазначити, що отримана за допомогою цієї методики інформація, зважаючи на природу її отримання, має лише рекомендаційний характер.

2.5. Теоретико-ігровий підхід

Характерною особливістю багатьох соціально-правових процесів є, серед інших, та обставина, що їх учасники знаходяться в стані конфлікту інтересів, і при цьому діють в умовах відсутності повної інформації щодо наміру один одного. При вивченні електоральних процесів, зокрема, практично завжди доводиться аналізувати конфліктні ситуації, в яких стикаються інтереси двох або більш конкуруючих сторін з різними перед собою цілями. Математичною теорією, яка присвячена вивченню конфліктних ситуацій, є теорія ігор. У ній під поняття гри підходить будь-яка ситуація з раціональними, тобто оптимізуючими суб'єктами (учасниками), а також деякі ситуації з неповною раціональністю [120, 121]. Таким чином, цілком природно спробувати застосувати до вивчення соціально-політичних процесів теорію ігор. В узагальненій грі (як гра, наприклад, може розглядатися хід виборчої кампанії) можуть стикатися інтереси двох або декількох супротивників. При цьому гравці можуть утворювати коаліції, в цьому випадку гра стає коаліційною.

Структура будь-якої гри описується трьома блоками:

- 1) допустима множина ходів або стратегій учасників;
- 2) мета учасників;
- 3) тип поведінки і інформованості учасників.

Аналіз гри полягає в умінні прогнозувати рішення гри – безліч можливих ходів і їх результатів. Важливими поняттями в теорії ігор є також оптимальна стратегія, ціна гри, середній вигреш. Зокрема, стратегії P^* першого гравця і Q^* другого гравця називаються оптимальними, а число V – ціною гри, якщо для будь-яких стратегій P першого гравця і Q другого гравця виконуються нерівності [121]:

$$M(P, Q^*) \leq V \leq M(P^*, Q),$$

де: $M(P, Q)$ – математичне очікування виграшу першого гравця, що вибрав стратегію P , за умови, що другим вибрана стратегія Q .

У багатьох завданнях з теорії ігор невизначеність викликана не протидією супротивника, а недостатньою обізнаністю гравця про умови, в яких діють сторони, наприклад, зовнішніх діях. Такі ігри прийнято називати «іграми з природою», при рішенні яких використовують, так звані, «матриці ризиків». Аналіз матриць ризиків здійснюється методами, близькими за ідеологією до розглянутих в попередньому пункті.

Вирішуючи завдання в умовах невизначеності, коли ймовірність окремих часткових результатів невідома, виникають труднощі при математичному моделюванні. У таких випадках теорія прийняття рішень, зокрема, рекомендує застосовувати підхід, що базується на відомій теоремі Байеса. Стратегія оптимізації в таких випадках будується на основі байєсівської теорії. При цьому прийнята в теорії ігор функція втрат розглядається як узагальнення ймовірності помилки. Відповідно, передбачається вибирати рішення, що мінімізує функцію втрат.

Байєсівський підхід до оцінки імовірнісних зв'язків є основним в теорії прийняття рішень в умовах невизначеності наслідків цих рішень або в умовах протидії з боку природи, або конкуренції. У цих умовах ключовою є стратегія управління, основана на апостеріорній (післядослідній) ймовірності події. Обов'язкова умова коректності такого підходу – постійне навчання системи. Стратегія управління на початку має будуватися на базі певних представлень щодо ймовірності подій, а по мірі функціонування системи реалізується корекція управління – використання накопичуваного досвіду шляхом перерахунку варіантів стратегій з урахуванням значень ймовірності, що змінилися.

Нормальну форму гри часто співвідносять з випадком статичної або одночасної гри (одноразові одночасні ходи учасників), а розгорнуту форму – з динамічними іграми (послідовні ходи), хоча ми побачимо, що можливі і інші трактування. Нормальна форма задає початкову фізичну і цільову структуру гри як об'єкт:

$$G = \langle I, X, u(\cdot) \rangle = \langle I, \{X_i\}_{i \in I}, \{u_i(\cdot)\}_{i \in I} \rangle,$$

де: $I = \{1, \dots, m\}$ – множина учасників i ;

$X = (X_i)_{i \in I} = \prod_i X_i = (X_1 \times X_2 \times \dots \times X_m)$ – набір (профіль) допустимих множин

стратегій $(x_i)_{i \in I}$ учасників;

$u = (u_i)_{i \in I}$ – набір (профіль) цільових функцій учасників (зазначимо, що кожна цільова функція $u_i : X_i \rightarrow R$ залежить, взагалі, від усіх $(x_i)_{i \in I}$).

Позначимо через $x_{-i} = (x_j)_{j \in I \setminus \{i\}}$ набір стратегій усіх гравців окрім i , і аналогічно будемо індексувати множини та функції. Якщо гравці не мають інформації ні про цілі, ні про намічені стратегії партнерів і поведуться «дуже обережно», то підходить концепція «максимінного» рішення. Дамо формальне визначення цієї ситуації.

Множина X_{MMi} обережних або максимінних стратегій гравця i задається як аргументи, що максимізували гарантований виграш:

$$X_{MMi} = \{x_i \in X_i \mid \forall x_{-i} \Rightarrow u_i(x_i, x_{-i}) \geq \sup_{y_i \in X_i} (\inf_{z_{-i} \in X_{-i}} u_i(y_i, z_{-i}))\},$$

при цьому $MM = \prod_{i \in I} X_{MMi}$ – множина максимінних рішень гри.

В цьому випадку кожен максимізував виграш при песимістичних очікуваннях, тобто максимізував гарантований виграш. У антагоністичній грі концепція максиміну дуже природна. Але не усі максимінні рішення викликають довіру як можливий результат гри, що повторюється.

Слід зазначити, що застосування теорії ігор має два різних аспекти: по-перше, вона може бути використана з метою оптимізації механізмів прийняття рішень протиборчими сторонами і, по-друге, для вироблення принципів їхньої організації. Зокрема, у другому випадку вкрай актуальним стає питання про стійкість гри (за допомогою якої описується процес, що досліджується) у розумінні Неша [121, 122]. У випадках, коли свої очікування про поведінку партнера кожен гравець будує за минулим досвідом подібних ігор, стійке в якомусь сенсі рішення гри, називають рівновагою цієї популяції. У цих випадках особливого значення набуває рівновага за Нешем – профіль стратегій, від якого нікому не вигідно відхилитися, якщо партнери не відхиляються, тобто гра називається стійкою у розумінні Неша, якщо жоден із гравців не може збільшити свій виграш тільки за рахунок своїх власних дій. Рівновага за Нешем (*NE*) – це точка, з якої жодному гравцеві немає користі йти при поточних ходах партнерів, а строга рівновага за Нешем (*SNE*) – точка, з якої не вигідно робити хід. Коли кожен гравець $i \in I$ вибирає стратегію x_i з вектора стратегій $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, гравець i одержує виграш $H_i(x)$. При цьому виграш i -го учасника гри залежить від усього профілю стратегій: не тільки від стратегії, обраної самим гравцем i , але й від чужих стратегій. Вектор стратегій x^* є рівновагою за Нешем, якщо зміна своєї стратегії не вигідна жодному гравцеві, тобто для будь-якого i справедливо: $H_i(x^*) \geq H_i(x_i, x_{-i}^*)$.

Тут x_i, x_{-i}^* – вектор, складений із всіх координат вектора x^* крім i -ої, яка відповідає значенню x_i .

Гра може мати рівновагу Неша в чистих стратегіях або в змішаних (тобто при виборі чистої стратегії стохастично з фіксованою частотою). Неш довів, що якщо дозволити змішані стратегії, тоді в кожній грі n гравців буде хоча б одна рівновага.

При аналізі соціальних процесів часто розглядаються ситуації несиметричних умов для різних гравців. У таких випадках має сенс розглянути рівновагу Штакельберга [123], яка на відміну від симетричних умов, припускає різні принципи формування очікувань різних гравців. Перший гравець (лідер) орієнтується на оптимальні відповіді партнерів, знаючи їх переваги, а інші грають, як у випадку рівновага за Нешем, лише реагуючи на його хід і на ходи один одного. Рівновага Штакельберга може виникати, наприклад, коли один із гравців робить свій вибір раніше інших і знає їхні цілі. Або коли він один, а однотипних ведених гравців досить багато, щоб кожний не намагався прорахувати загальні наслідки свого ходу. Розглянемо окремий випадок моделі Штакельберга – бо-

ротьбу двох партій за електоральні переваги, одна з яких «лідер», інша – «послідовник». Нехай витрати на виборчу кампанію є лінійною функцією загальної кількості електорату Q :

$$P(Q) = a - bQ.$$

Припустимо також, що витрати партій (реклама, локальні інформаційні впливи тощо) на одного прихильника постійні й рівні c_1 та c_2 відповідно. Тоді умовний «прибуток» першої партії буде визначатися формулою:

$$\Pi_1 = P(Q_1 + Q_2) \times Q_1 - c_1 Q_1,$$

а кількість голосів другої, відповідно:

$$\Pi_2 = P(Q_1 + Q_2) \times Q_2 - c_2 Q_2.$$

Відповідно до моделі Штакельберга, перша партія – лідер – на першому кроці домагається кількості своїх прихильників Q_1 . Після цього друга партія – послідовник – аналізуючи дії лідера домагається кількості прихильників Q_2 . Метою обох партій є максимізація умовного прибутку.

Рівновага Неша в цій грі визначається методом зворотної індукції. Розглянемо передостанній етап гри – хід другої партії. На цьому етапі партія 2 знає оптимальну кількість прихильників першої партії Q_1^* . Тоді завдання визначення оптимальної кількості своїх прихильників Q_2^* зводяться до рішення завдання знаходження точки максимуму функції прибутку другої партії. Максимізуючи функцію Π_2 по змінній Q_2 , вважаючи Q_1 заданим, знаходимо, що оптимальна кількість прихильників другої партії становить (за умови $c_1 = c_2 = c$):

$$Q_2^* = \frac{(a - bQ_1^* - c)}{2b}.$$

Це найкраща відповідь партії-послідовника на вибір лідером значення Q_1^* . Партія-лідер може максимізувати свою функцію прибутку, враховуючи вигляд функції Q_2^* . Точка максимуму функції Π_1 по змінній Q_1 при підстановці Q_2^* буде:

$$Q_1^* = \frac{(a - c)}{2b}.$$

Підставляючи це у вираз для Q_2^* , одержимо:

$$Q_2^* = \frac{(a - c)}{4b}.$$

Таким чином, при рівновазі партія-лідер повинна отримати у два рази більше прихильників, ніж партія-послідовник.

У роботі [33] вводиться функція виграшу

$$f_i^j(x_i^j) = \frac{k_i^j x_i^j}{1 + k_i^j x_i^j},$$

який отримає партія j по i -му регіону, при умові, що у цей регіон вкладено x_i^j коштів. Коефіцієнти k_i^j відображують пріоритет i -го регіону для j -ї партії.

Показано, що в умовах, коли обидві політичні сили одночасно «обирають» електорат з кожного регіону, загальний вигрaш для партії $F^j(x_i^j)$ за всіма регіонами має вигляд:

$$F^1 = \sum_{i=1}^n \frac{f_i^1(x_i^1)(1-f_i^2(x_i^2))}{1-f_i^1(x_i^1)f_i^2(x_i^2)} A_i;$$

$$F^2 = \sum_{i=1}^n \frac{f_i^2(x_i^2)(1-f_i^1(x_i^1))}{1-f_i^2(x_i^2)f_i^1(x_i^1)} A_i.$$

В результаті задача оптимального розподілу засобів за регіонами з метою максимізації вигрaшу партій при існуючих обмеженнях на вкладувані кошти зводиться до задачі знаходження розв'язку нелінійної системи $2n+2$ рівнянь з $2n+2$ невідомими.

Варто мати на увазі, що моделі теорії ігор у меншій мірі, ніж інші формальні моделі, можуть застосовуватися для більш-менш точних розрахунків і прогнозів. Скоріше тут можна говорити про добре обґрунтовану методологію, яка може істотно підвищити ефективність дій учасників соціальних процесів. Ці моделі, по суті, є наборами рекомендацій, які надають помітні переваги тим, хто їх використовує [124].

3. ВИМІРЮВАННЯ СОЦІАЛЬНО-ПРАВОВИХ ПРОЦЕСІВ

3.1. Проблема вимірювання у соціально-правовому моделюванні

Відомо, що перевірка і легітимізація числових моделей соціально-правових систем у загальному випадку важко досяжна. Винятком з цього правила є положення, які стосуються рідкісних систем, які базуються тільки на математиці та логіці. Соціально-правові (як і природничі) системи відкриті: наші знання відносно них завжди неповні та приблизні. При цьому соціально-правові моделі відрізняються від моделей, які застосовуються у природничих науках, оскільки їхні активні елементи – соціальні агенти повинні передбачати майбутнє. Рішення кожного з них залежить від рішень інших (корельованість, взаємозв'язок) та очікування майбутнього.

Як можна бачити, одна з основних проблем, що виникає при соціально-правовому моделюванні, пов'язана з вимірюванням. Вимірювання в соціології визначається як процедура відображення емпіричної системи об'єктів (соціальних явищ, процесів, систем, їх властивостей і стосунків), що вивчаються, з виділеними співвідношеннями між ними в деяку математичну систему з відповідними (аналогічними) зв'язками між її елементами [125].

Назвемо основні напрямки в практиці соціально-правових досліджень, які пов'язані з вимірюванням.

Як перший напрямок, що є найбільш масовим, слід вважати вивчення громадської думки у формі проведення соціологічних анкетних опитувань стосовно різноманітних тематик, пов'язаних з соціально-правовою сферою.

Разом з вивченням громадської думки шляхом опитування, тобто шляхом безпосереднього звернення до носія такої думки, великий інтерес для подальшого моделювання представляє і звернення до публікацій в засобах масової інформації (ЗМІ). Дослідження публікацій ЗМІ з метою вивчення громадської думки в цілому, а також вивчення позицій вже власне самих цих ЗМІ з тих же питань є окремим важливим напрямком емпіричних соціологічних досліджень, який будемо вважати другим.

Соціологія має в розпорядженні певні методи аналізу емпіричних даних із ЗМІ, на основі яких, з використанням і інших соціологічних методів, можливо робити загальні і цілком конкретні практичні рекомендації з адекватного реагування.

Третім напрямком можна вважати соціологічне опитування експертів з метою отримання відповідей на питання, що задаються дослідником. Залучення групи експертів дозволяє в ході зіставлення їх думок виявити деяку усереднену думку, відносно якої можна припускати близькість до істини, що шукається.

Як четвертий напрямок застосування соціологічних методів слід назвати розв'язання різнотипних задач, пов'язаних з дослідженням ефективності, коли вимагається визначити оптимальні (найкращі в певному значенні, при певних обмеженнях) значення параметрів кількісних моделей.

П'ятим напрямком є формування показників, найбільш раціональних для опису і подальшого аналізу соціально-правових явищ і процесів. Для подібного

опису і аналізу вимагається дуже велика кількість показників, які, проте, часто виявляються статистично взаємозалежними, корельованими. Ця обставина робить можливим здійснення переходу від наявних численних початкових показників, до нових, вже не таких численних, що, наприклад, робить можливою візуалізацію аналізованих даних.

Шостий напрямок пов'язаний з виявленням кластерів, груп аналізованих даних, що реально склалися. Різке (кратне) зниження розмірності початкового опису даних, у свою чергу, створює передумови для побудови природних, реально наявних типологій (групувань, класифікацій) найрізноманітніших соціальних об'єктів, що вивчаються. У цьому сенсі побудова типологій на основі емпіричних (реальних) даних – це «емпірична типологізація» соціальних об'єктів різної природи. Ці процедури конкретизують і істотно коригують положення теоретичної типології, що дозволяє диференційовано підійти до соціальних об'єктів, виділити в них типове, встановити взаємозв'язки між окремими їхніми типами.

Однією з характеристики вимірювання є шкала, при моделюванні розрізняють щонайменше чотири шкали:

Номінальний (або класифікаційний) тип шкали представляє нижчий з рівнів вимірювання. Номінальна шкала – це шкала імен. Вимірювання як процес тут полягає в приписуванні об'єктам розпізнавальних імен, міток. Результатом цього процесу буде вже вимірювання властивості об'єкту, яка реалізована як наявність присвоєного імені. Єдино можлива операція порівняння (зіставлення) двох об'єктів – це з'ясування, чи мають вони однакові імена, тоді вони вважаються взаємно рівними, або еквівалентними, в іншому випадку – нерівними. Прикладами можуть служити: «чоловік» або «жінка» – по статі, «юрист» – по спеціальності, «співробітник патрульно-постової служби» по приналежності до служби.

Порядковий (або ранговий) тип шкали має і додаткову можливість: об'єкти з властивістю, вимірною за порядковою шкалою, можна порівнювати з іншими такими ж об'єктами за принципом «більше-менше». Багато даних, що безпосередньо відносяться до соціально-правової сфери, вимірюються саме за порядковою шкалою, це забезпечує рішення значної кількості важливих практичних задач, пов'язаних з визначенням черговості, рейтингових місць і тому подібне.

Інтервальний тип шкал відрізняється від порядкового тим, що властивості об'єктів додатково можна зіставляти за принципом «на скільки» значення властивості для одного об'єкту більше (менше), ніж для іншого. Відносно значень властивостей об'єктів, вимірних за інтервальною шкалою, можна обчислювати, як суми їхніх значень для декількох об'єктів, так і їхні різниці. У соціальній сфері відповідно до інтервальної шкали вимірюються, наприклад, дати подій в житті суспільства і окремих людей. До даних, вимірюваних відповідно до інтервальної шкали, може застосовуватися більшість методів математичної статистики, інших видів математичної обробки. Зокрема, для дослідження взаємозв'язків властивостей об'єктів можуть залучатися такі потужні методи статистичного аналізу, як кореляційний, регресійний, дисперсійний, факторний, дискримінант тощо.

Абсолютний тип шкали є основним рівнем вимірювання в точних науках. Абсолютні шкали широко представлені в повсякденній практиці суспільства і окремих людей у вигляді таких понять, як розмір заробітної плати, стаж на посаді, кількість скоєних правопорушень, кількість розкритих злочинів, чисельність персоналу, тривалість робочого дня тощо.

Різні методи вимірювання при соціально-правовому моделюванні повинні оцінюватися з точки зору задоволення двом основним критеріям: валідності (обґрунтованості) і відтворюваності (надійності) результатів, що, у свою чергу, характеризує міру збігу результатів при повторних вимірюваннях і охоплює три основні аспекти:

- стабільність (при повторному вимірюванні міняється вибірка об'єктів і процедура вимірювання);
- еквівалентність (не міняється вибірка, але міняється процедура вимірювання);
- стійкість (міняється вибірка і процедура вимірювання).

3.2. Індекси порівняння

При проведенні аналітичних досліджень на базі застосування засобів вимірювання соціально-правових процесів важливе значення має оцінка адекватності застосування такого показника, як присутність в інформаційному просторі (або медіаприсутність). Важливо знати, як насправді співвідноситься, наприклад, медіаприсутність політичної сили та її реальна доля у соціально-правовому просторі, виражена, наприклад кількістю виборчого електорату. Якщо ці величини корелюють, має сенс займатися вивченням медіаприсутності, якщо ні – необхідно застосовувати інші методи. Безумовно, якщо йдеться про суспільно-правовий простір, то рівень відповідності медіаприсутності та долі у соціально-правовому просторі залежить у першу чергу від особливостей цього простору. Визначення його сегментів, на яких кореляція має місце, з одного боку звужує область застосування методів контент-моніторингу медіаприсутності, а з іншого – забезпечує отримання надійніших результатів подальших досліджень. Для отримання об'єктивних цифрових оцінок застосовуються індекси, що знайшли на цей час широке застосування у політології та соціології.

Нехай досліджується n об'єктів (наприклад, політичних сил, партій), які впорядковані та пронумеровані. Нехай (V_1, V_2, \dots, V_n) – кількість публікацій в інформаційному просторі, що відносяться до цих об'єктів, (R_1, R_2, \dots, R_n) – частки цих політичних сил у соціально-правовому просторі. Нехай загальні суми визначаються таким чином:

$$\sum_{i=1}^n V_i = V, \quad \sum_{i=1}^n R_i = R.$$

Задача полягає в знаходженні розподілу кількості публікацій в інформаційному просторі між політичними силами у відповідності з частками у соціально-правовому просторі.

Введемо позначення. Нехай $v_i = \frac{V_i}{V}$, $r_i = \frac{R_i}{R}$ – частки медіаприсутності та представлення у соціально-правовому просторі, відповідно. При $\frac{R_i}{V_i} < \frac{R}{V}$ політична сила i недостатньо представлена в інформаційному просторі, при $\frac{R_i}{V_i} > \frac{R}{V}$ можна стверджувати, що політична сила має надмірне представлення в медіапросторі.

У ідеальному випадку частки медіаприсутності політичної сили та частки представлення її у соціально-правовому просторі рівні:

$$v_i = r_i, \quad i = \overline{1, n}.$$

У реальності політичні сили показують неможливість досягнення рівності між частками медіаприсутності та представлення у соціально-правовому просторі.

Множину різних підходів до вимірювання присутності в медіапросторі можна розділити на декілька груп.

Індекси абсолютних відхилень.

Ця перша група індексів характеризує абсолютні відхилення, тобто різниці між частками у соціально-правовому і в інформаційному просторі. Ідеальне співвідношення досягається при $v_i = r_i$, що відповідає нульовому значенню індексів. Можливі два варіанти врахування відхилень: знаходження максимального відхилення і використання деякого усереднення.

Максимальне відхилення. Розраховується за формулою:

$$MD = \max_{i=1, n} |r_i - v_i|.$$

Це найпростіший з можливих індексів. Він показує величину спотворення ситуації для найбільш неточно представленої компанії.

Індекс Рє. Цей індекс є середнім арифметичним абсолютних відхилень:

$$I_{Rae} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |r_i - v_i|.$$

Індекс має зрозумілу інтерпретацію: на скільки в середньому кожна політична сила не відповідає своєму точному представленню в інформаційному просторі. Цей індекс має значний недолік: його значення залежить від числа політичних сил. Коли кількість політичних сил, не представлених в інформаційному просторі, велика, індекс приймає дуже низькі значення, що зовсім не означає хорошу відповідність.

Квадратичні індекси. Попередня група індексів основана на середньому арифметичному в різних варіантах. Внаслідок лінійності за відхиленнями індекси можуть не відображати зміну відповідності при зміні розподілу часток, оскільки однаково враховують великі і малі відхилення.

Квадратичні індекси дозволяють моделювати різне відношення до структури відхилень. Невеликі відхилення в загальному випадку усунути не можна. Якщо в результаті розподілу деяка політична сила має значно вищі абсолютні відхилення від точної частки, ніж інші компанії, то дана ситуація повинна харак-

теризуватися гіршим представленням в інформаційному просторі, ніж при більш рівномірному розподілі відхилень. Для реалізації цієї ідеї вводиться відповідний індекс.

Індекс Галлахера. У літературі цей індекс часто називається індексом найменших квадратів (least squares index):

$$Lsq = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (r_i - v_i)^2}.$$

Піднесення до квадрату значно збільшує різницю між великими і малими відхиленнями в порівнянні із звичайним підсумовуванням. Малі різниці слабше впливають на індекс, ніж величини, які сильно збільшують індекс.

У соціально-економічній статистиці розглядаються задачі вимірювання структурних відмінностей. Прикладом може служити порівняння галузевих структур економік різних регіонів. У цій галузі були розроблені ряд індексів. Виявляється, що ці індекси можна використовувати в завданні вимірювання представлення політичної сили в інформаційному просторі.

Індекс Гатева. Індекс обчислюється за наступною формулою:

$$I_{Gatev} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (r_i - v_i)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (r_i^2 + v_i^2)}}.$$

Індекс має велике значення у випадку, коли політичні сили впливові приблизно однаково. При цьому, чим більша кількість політичних сил і менша їх впливовість, тим значення індексу більше. Таким чином, індекс чутливіший до малих партій, ніж індекс Галлахера.

Індекс Салаї. Цей індекс був введений при дослідженні відмінностей в структурі використання бюджету часу у різних груп населення і розраховується за формулою:

$$I_{Szalai} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{r_i - v_i}{r_i + v_i} \right)^2}{n}}.$$

Чим значніше політична сила, тим більше значення прийматиме $(r_i + v_i)^2$, що призводить до зменшення її внеску в загальній сумі. Це збільшує значущість малих партій. Індекс Салаї приймає близькі до одиниці значення, коли велика кількість політичних сил не представлена в інформаційному просторі. Таким чином, індекс дуже чутливий до некоректного представництва малих партій, що помітно відрізняє його від всіх інших.

Індекс Алеськерова-Платонова. Індокси абсолютних відхилень і квадратичні індекси вимірюють відповідність через значення відхилень, але рівні перевищення частки в інформаційному просторі над часткою у соціально-правовому просторі призводять до різних ефектів щодо пропорційності. Причиною тому є різна значущість відхилень для великих і малих політичних сил.

Індекс Алеськерова-Платонова застосовується тільки для компаній, представлених в інформаційному просторі:

$$R = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \frac{r_i}{v_i}.$$

Коли частина політичних сил не присутня в інформаційному просторі, то партії, представлені в ньому в середньому на кожен відсоток частки суспільно-правового простору, отримують більше ніж один відсоток представництва в інформаційному просторі. Індекс показує середнє перевищення частки в інформаційному просторі над часткою у суспільно-правовому просторі для k політичних сил з ненульовою медіаприсутністю. Найкраще значення індексу рівне одиниці, що відповідає відсутності політичних сил, які не отримали представництва в інформаційному просторі, і повній пропорційності розподілу.

3.3. Моделювання інформаційних потоків

Поява терміну «інформаційне суспільство» мала би, ймовірно, відображати той факт, що інформація у наш час стає ключовим чинником динаміки громадського розвитку. Дійсно, зараз інформаційні технології відіграють виключно важливу роль, і те, що їх вклад в протікання громадських процесів постійно росте, сумнівів не викликає.

Раніше вважалося, що інформація усього лише забезпечує нашу обізнаність про події і факти в оточуючому нас світі. Інформація сприймалася як корисний інструмент, призначений для розширення наших можливостей. Вже давно було добре відомо, що окрім інформації існує також і дезінформація, але ця обставина розглядалася як прикрість, але незначна. Не виникало жодних сумнівів в тому, що інформація та дезінформація якісно відрізняється одна від одної, і що завжди можна знайти спосіб їх диференціації.

У сучасному суспільстві якісно міняється характер виробництва і споживання інформації, яку стає неможливо відрізнити (принаймні, на структурному рівні) від дезінформації.

Отримуючи за допомогою інформаційних технологій повідомлення, ми вже не намагаємося вирішувати питання про його достовірність так, як це робилося раніше. Ми сприймаємо його відповідно до деякого набору правил, який сформувався на рівні колективної свідомості і міцно засів у свідомості індивідуальній.

Мабуть, не треба доводити виняткову важливість інформаційних аспектів для розуміння соціально-правових процесів. Дійсно, важко собі уявити, наприклад, виборців, які голосують поза інформаційним контекстом виборчої кампанії.

Наведені вище міркування демонструють складність і багатогранність усього того, що визначає місце і роль інформації в сучасному людському суспільстві.

З розробленням і впровадженням в практику комп'ютерних мереж стало зрозуміло, що однією з головних властивостей інформації, чим би вона не була насправді, є її здатність до руху. В цьому відношенні вона багато в чому подібна до рідини, що тече трубами або, скажімо, до електричного струму, що передається дротами. Аналогія настільки повна, що для опису багатьох процесів, в яких обмін інформацією відіграє значну роль, використання поняття про потоки інформації (інформаційних потоках) стало ефективним. В більшості випадків

для цього не потрібно давати строгих визначень використовуваних понять – інтуїтивного розуміння того, про що йде мова, буває досить. Проте, багатьма авторами робляться зусилля із створення повноцінної теорії, що є підставою вважати, що ця програма буде успішно виконана.

Для вивчення і моделювання динамічних властивостей інформаційних потоків у рамках цієї роботи приймемо деякі допущення. Припустимо, що існує система, скануюча новинну інформацію з веб-сайтів мережі Інтернет (або будь-якого іншого інформаційного середовища, мережі) з появою публікації цієї інформації. Тобто на вході такої системи – веб-простір, а на виході – потік повідомлень, що появляються одне за одним після публікації. У вузькому сенсі у рамках чисельного моделювання в межах цієї роботи під інформаційним потоком розумітимемо дискретний числовий ряд, члени якого відповідають кількості тематичних публікацій в одиницю часу (наприклад, за годину або за добу).

У рамках такого підходу фактично аналізуються елементарні одиниці змістовного наповнення інформації. За таку одиницю використовуватимемо документ. У рамках цієї роботи надалі не будемо розрізняти поняття «документ», «повідомлення» або «публікація», а використовувати переважно термін «документ», оскільки він більш звичний в областях досліджень, пов'язаних з пошуком і аналізом інформації.

3.3.1. Тематичні інформаційні потоки

Під тематичним інформаційним потоком в широкому сенсі розумітимемо послідовність повідомлень, відповідних певному тематичному запиту.

Під тематичним інформаційним потоком у вузькому сенсі у рамках цієї роботи розумітимемо кількість документів, що відносяться до заданої теми, сканованих з мережі і фільтрованих деякою ідеальною системою контент-мониторинга за одиницю часу. Розглянемо загальну картину динаміки тематичних інформаційних потоків, обмежившись механізмами, типовими для новинного сегменту Інтернет.

Подібне розуміння мережевих документальних потоків, мабуть, дозволяє достатньо адекватно описувати загальні закономірності в динаміці інформаційних потоків.

На практиці часто цілком достатньо спрощеного розуміння інформаційного потоку як деякої залежної від часу величини $X(t)$, що описується рівнянням:

$$\frac{dX(t)}{dt} = F(X(t), t). \quad (3.1)$$

Численні факти свідчать про те, що насправді динаміка тематичних інформаційних потоків визначається комплексом внутрішніх нелінійних механізмів, що лише частково корелюють з її об'єктивним оточенням. Очевидно, що вона в принципі не може бути зведена до якого-небудь одного чинника, що повністю відповідає за всю різноманітність спостережуваних ефектів. Саме це обставина і надає особливу актуальність проблемі моделювання динаміки мережевих тематичних потоків.

Далі, кожна публікація також має ряд характерних властивостей, що допускають деяку класифікацію, наприклад, на основі особливостей її генерації і відтворення в часі:

- публікації на «разову» тему, часова залежність кількості яких різко зростає, досягає максимуму, а потім спадає і асимптотично прямує до нуля;
- публікації за темою, що періодично з'являються в інформаційному потоці після закінчення обмеженого проміжку часу, практично зникаючи з нього;
- публікації за темою, часова залежність кількості яких коливається біля деякого значення, ніколи не зникаючи повністю.

Відповідно до цього і повідомлення можуть підрозділятися на аналогічні категорії, причому кожна з них має власну специфіку розвитку в часі.

3.3.2. Моделювання динаміки інформаційних потоків

Вивчення динаміки, побудова моделей інформаційних потоків [2, 3] являється, безперечно, важливим і цікавим, особливо враховуючи те, що це питання залишається малодослідженим.

Розглянемо загальну картину динаміки тематичних інформаційних потоків, обмежившись механізмами, типовими для новинного сегменту Інтернет.

Ми виходимо з того, що організації-генератори новинної інформації в абсолютній більшості працюють в стаціонарному режимі, який може характеризуватися максимальною місткістю інформаційного простору N (вкажемо, що питання про розмірність параметрів, а також про їх вимір ми в цій роботі не розглядаємо). Це означає, що кожна організація-генератор виробляє потік інформації, в середньому постійний по кількості, як знаків, так і повідомлень. Змінюються в часі лише об'єми повідомлень, які відповідають тій або іншій темі. Іншими словами, зростання кількості публікацій на одну тему супроводжується зменшенням публікацій на інші теми, так що для кожного проміжку часу T маємо:

$$\int_0^T \sum_{i=1}^M n_i(t) dt = NT, \quad (3.2)$$

де: $n_i(t)$ – кількість публікацій за одиницю часу, а M – загальна кількість усіх можливих тим. Звичайно, передбачається, що частина $n_i(t)$ завжди дорівнює нулю.

Основний інтерес в такому формулюванні представляє вивчення динаміки окремого тематичного потоку, який описується щільністю $n_i(t)$.

Упродовж останніх десятиліть були досягнуті певні успіхи у вирішенні проблеми старіння інформації у рамках моделі Бартона-Кеблера [126], яка виникла свого часу з необхідності оцінки реальних термінів використання наукових робіт. З часом виявилось, що отримані результати (а також підходи, які лежали в їх основі) можуть бути корисними в ширшому контексті проблем інформаційних технологій. Проте розуміння процесів динаміки інформаційних потоків вимагає глибшого аналізу і досконалішої техніки.

У цій роботі, зокрема, пропонується розгляд динаміки тематичних потоків новинної інформації у рамках логістичної моделі [2, 3]. Разом з цим, виявлена обмеженість даної моделі, що відкриває шлях для подальших досліджень.

Увесь Інтернет-простір можна з достатньою долею умовності розділити на дві складові – стабільна і динамічна, які мають дуже різні характеристики з точки зору інтеграції інформаційних потоків. Стабільна складова Інтернет містить інформацію довгострокового характеру, тоді як динамічна – постійно оновлювані ресурси. Деяка частина цієї складової з часом вливається в стабільну. Проте велика частина зникає з Інтернет або потрапляє в сегмент «прихованого» веб-простору, не доступного користувачам за допомогою публічних інформаційно-пошукових систем.

Найбільш вираженим в плані динаміки є, безперечно, сегмент новинної інформації. З одного боку, він має найвищий рівень оновлюваної, а з іншої – в ньому генеруються і поширюються насправді великі об'єми даних. Тому саме він виглядає найбільш відповідним для досліджень. Зокрема, процеси старіння інформації, втрати її актуальності у відомій моделі Бартона-Кеблера описуються рівнянням, яке складається з двох компонент:

$$m(t) = 1 - ae^{-T} - be^{-2T},$$

де $m(t)$ – доля корисної інформації в загальному потоці через час T , перший від'ємник відповідає стабільним ресурсам, а другий – динамічним – новинним.

Урачування старіння інформації (втрати частини актуальності) має велике значення при аналітичних дослідженнях, створенні інформаційних продуктів типу інформаційних портретів, основних сюжетів подій, ранжируванні результатів роботи інформаційно-пошукових систем. Навіть приблизна оцінка швидкості старіння інформації і окремих документів має величезну практичну цінність, оскільки допомагає тримати в полі зору тільки найбільш актуальну інформацію.

З філософської точки зору поняття старіння документів можна розглядати як закономірний постійний процес зменшення з часом їх використання для отримання необхідної користувачам інформації, яка міститься в них. Процес старіння інформації можна розглядати як втрату інформацією практичної корисності для споживача. Старіння інформації проявляється в тому, що постійно виникають нові документи, нові джерела, які містять повнішу, точнішу, достовірнішу інформацію. Тому з метою заощадження часу і ресурсів виправдано першочергове звернення саме до цих документів і джерел. При цьому складність використання закономірностей старіння інформаційних повідомлень складається з різниці характеристик зменшення їх використання в часі в різних предметних областях і для різних часових періодів. Міра старіння інформації неоднакова для документів різних видів і тематик. На швидкість старіння впливають по-різному дуже багато чинників. Особливості старіння інформації органічно пов'язані з тенденціями розвитку кожного тематичного напрямку.

Для того, щоб кількісно оцінити швидкість старіння інформації, Р. Бартон і Р. Кеблер по аналогії з періодом напіврозпаду радіоактивних речовин також ввели поняття «напівперіоду життя» наукових статей. Напівперіод життя в їх розумінні – цей час, упродовж якого була опублікована половина усіх викори-

стовуваних нині документів відносно вибраної події або явища. Бартон і Кеблер визначили періоди напіврозпаду публікацій по фізиці (4,6 року), математиці (10,5), геології (11,8) [126].

Інформаційна динаміка в мережі обумовлена багатьма чинниками, більшість яких взагалі не піддаються точному аналізу. Проте у рамках завдання моделювання як розумне допущення можна припустити, що загальний характер часової залежності кількості тематичних публікацій в Мережі визначається досить простими закономірностями, які цілком допускають побудову математичних моделей.

У відомих роботах, присвячених вивченню старіння інформації, використовується модель Мальтуса (інколи з деякими модифікаціями, наприклад, у вигляді суперпозиції двох кривих з різними параметрами у рамках наведеної вище моделі Бартона-Кеблера). Перевага цієї моделі в тому, що рівняння Мальтуса має точний розв'язок у вигляді дуже простої і зручної функції – експоненти, але з точки зору інтерпретації результатів вона виглядає досить сумнівною. Головною проблемою є те, що експонентою є монотонно зростаюча функція, а, отже, принципово не може описувати процеси, які за своєю природою повинні мати локальні екстремуми.

Те, що новини з часом втрачають актуальність, і відповідна кількість публікацій зменшується, не потребує доказів. Тому для отримання адекватнішої залежності слід звернутися до складніших моделей.

Однією з найперспективніших виглядає логістична модель, розглянута вище. Перевагою цієї моделі є, в першу чергу, те, що вона об'єднує відносну простоту формулювання завдання з можливістю варіювати рішення за допомогою набору параметрів, які можуть мати достатньо зрозумілий фізичний зміст.

Аналіз інформаційних потоків, їх моделювання сьогодні стає одним з найбільш інформативних методів кількісного вивчення динаміки окремих тематичних напрямів. За зміною величин інформаційних потоків судять про швидкість розвитку, як окремих тематичних напрямів, так і усього інформаційного простору.

Стійкі статистичні зв'язки між окремими повідомленнями дозволяють говорити про кореляцію окремих тематик, про ефективність посилань на публікації попередників, більш ранні роботи, цитування, републікації і т.п.

Механізми, які базуються на узагальнених методах кластерного аналізу, дозволяють виявляти повідомлення в інформаційних потоках, які формують навколо себе нові тематичні напрями. Кластерний аналіз, теорія фракталів і автотомельних процесів при їх коректному застосуванні дозволяють кількісно оцінювати міру зв'язку в тематичних інформаційних потоках.

Механізми, пов'язані з поширенням інформації, грають настільки важливу роль в електоральних процесах, що вивчення ними є одне з ключових завдань. Тому ми продовжимо цю тему і проаналізуємо одну з найцікавіших сторін процесів інформаційного обміну.

Вище вже говорилося, що однією з головних властивостей інформації з точки зору сучасних поглядів є її здатність до руху. Тут звернемося до ще одного

напряму у вивченні процесів, пов'язаних з інформацією. Конкретно, мова піде про надзвичайно цікаве явище, яке часто називають дифузією інформації.

Нагадаємо, що в природничих науках під дифузією розуміють взаємне проникнення одна в одну контактних речовин, викликане тепловим рухом їх часток. Наслідком дифузії є переміщення часток із областей високої їх концентрації в області з низькою їх концентрацією, тобто вирівнювання концентрації в системі.

Для розуміння суті слід, передусім, врахувати, що інформація також в певному розумінні складається з «часток» – документів (про це вже говорилося стосовно інформаційних потоків). І ці «частки» за певних умов можуть взаємопереміщатися з однієї області інформаційного простору в іншу.

Така постановка питання припускає, що можна надати сенс поняттю межі областей інформаційного простору. Нині загальне рішення цієї проблеми відсутнє, проте в більшості конкретних випадків межа області інформаційного простору може бути визначена стосовно поставленого завдання. Так, наприклад, хорошим наближенням може служити виділення територій, населення яких має істотно великий рівень інформованості, ніж їх оточення (міста і сільська місцевість і тому подібне). Тоді межа областей набуває цілком фізичного характеру. Складніша ситуація виникає при контактах різних соціальних груп, порізного інформованих відносно певних питань. Тут межа областей виникає в умовній зоні комунікацій їх представників і тому не має територіального аспекту. Таким чином, вона має бути визначена в деякому абстрактному просторі, але, проте, уявити собі її в сенсі проявів в механізмі комунікацій не складає особливих труднощів. Зазначимо також, що чітка межа областей має місце тільки в початковий момент процесу дифузії, оскільки він призводить до її розмивання і формування градієнта концентрації, і дифузія триває до тих пір, поки його величина залишається відмінною від нуля.

Головна особливість явища дифузії, що дозволяє успішно використовувати цей термін в розширеному варіанті, застосовуючи його до найрізноманітніших, зокрема громадських явищ, полягає в тому, що тут кожна частка «діє» поза яким би то не було зв'язком з іншими частками. Навпаки, потоки виникають за наявності деякої організуючої сили, що приводить багато часток в узгоджений рух. Під цією точкою зору і слід розуміти дифузійну інформацію. Передбачається, що саме тут наявна передача окремих повідомлень від одного суб'єкта процесу до іншого, причому це має локальний характер. Такими суб'єктами можуть бути окремі особи, невеликі колективи, що мають локальну дію, наприклад, інформаційні агентства і т.п.

Коли йдеться про електоральні процеси, поняття повідомлення слід уточнити. Маються на увазі не лише звичайні інформаційні матеріали, як новини, аналітичні огляди і т. д., що стосуються виборчої кампанії, але і специфічні форми дії на свідомість виборців. До них відносяться, в першу чергу, різні види приватної пропаганди і агітації на індивідуальному рівні, наприклад, за принципом «А ось люди говорять». В певних умовах такі механізми можуть відігравати роль, подібну до засобів масової агітації, цілеспрямовано використовуваних у передвиборній боротьбі політичними силами. Тому дифузійні процеси мають бути одними з головних у центрі уваги.

Так само, як і у випадку інформаційних потоків, аналогія з дифузією досить повна, що дає можливість використовувати добре розроблений інструментарій.

Багато процесів, близьких до динаміки інформаційних потоків, можна моделювати досить точно, якщо чітко параметризувати і встановити їх граничні параметри. Проте, мабуть, на цьому етапі в області моделювання складніших інформаційних процесів успіх може бути досягнутий тільки шляхом синтезу досить простих алгоритмів і концепцій.

Слід визнати перспективними в цій області і методи дискретної математики, до яких можна віднести і теорію клітинних автоматів.

Зокрема, ця теорія успішно застосовувалася при аналізі процесів дифузії інновацій, структурно близькому процесам дифузії інформації. Дійсно, якщо розглядати інновації як елементи деякої дискретної множини, що має певний набір властивостей, то виявиться, що ці властивості в першому наближенні співпадають з властивостями повідомлень в тому сенсі, в якому про них домовилися вище. В усякому разі, процеси дифузії в обох випадках виглядають однаково. Тому для опису дифузії інформації скористаємося саме основами моделі дифузії інновацій.

Подібна модель функціонує за наступними правилами: кожен індивід, здатний прийняти інновацію, відповідає одній квадратній клітинці, на двовимірній площині. Кожна клітинка може знаходитися в двох станах: 1 – новина прийнята; 0 – новина не прийнята. Передбачається, що автомат, сприйнявши інновацію один раз, запам'ятовує її назавжди (стан 1 не може бути зміненим). Автомат приймає рішення про прийняття новини, орієнтуючись на думку восьми найближчих сусідів, тобто якщо в околі цієї клітинки (використовується окіл Мура) є m прибічників новини i , p – вірогідність прийняття новини (генерується в процесі роботи моделі), то при

$$pt > R, \quad (3.3)$$

де: R – фіксоване порогове значення, то клітинка приймає інновацію (набуває значення 1).

На думку авторів цієї моделі, клітинне моделювання дозволяє будувати значно реалістичніші моделі ринку інновацій, ніж традиційні підходи.

Водночас, динаміка поширення інформації має деякі додаткові властивості, що враховано в представленому нижче дослідженні. У рамках описуваного дослідження розглядалася розширена модель дифузії інновацій, яка відноситься до поширення новин в інформаційному просторі. За тих же умов, що стосуються клітинного простору, використання околу Мура і вірогідного правила прийняття новини, додатково припускається, що клітинка може бути в одному з трьох станів : 1 – «свіжа новина» (клітинка забарвлюється в чорний колір); 2 – новина, застаріла, але збережена у вигляді відомостей (сіра клітинка); 3 – клітинка не має інформації, переданої новинним повідомленням (клітинка біла, інформація не дійшла або вже забута). Правила поширення новин наступні:

- спочатку все поле складається з білих клітинок за винятком однієї, чорної, яка першою «прийняла» новину (рис. 18 а);
- біла клітинка може перефарбовуватися тільки в чорний колір або залишатися білою (вона може отримувати новину або залишатися «в невіданні»);

- біла клітинка перефарбовується, якщо виконується умова, аналогічна (3.3), в моделі дифузії інновацій: $pt > 1$;
- якщо клітинка чорна, а навколо неї тільки чорні і сірі, то вона перефарбовується в сірий колір (новина застаріває, але зберігається як відомості);
- якщо клітинка сіра, а навколо неї тільки сірі і чорні, то вона перефарбовується в білий колір (відомості забуваються при їх загальновідомості).

Приклад роботи моделі наведений на рис. 18.

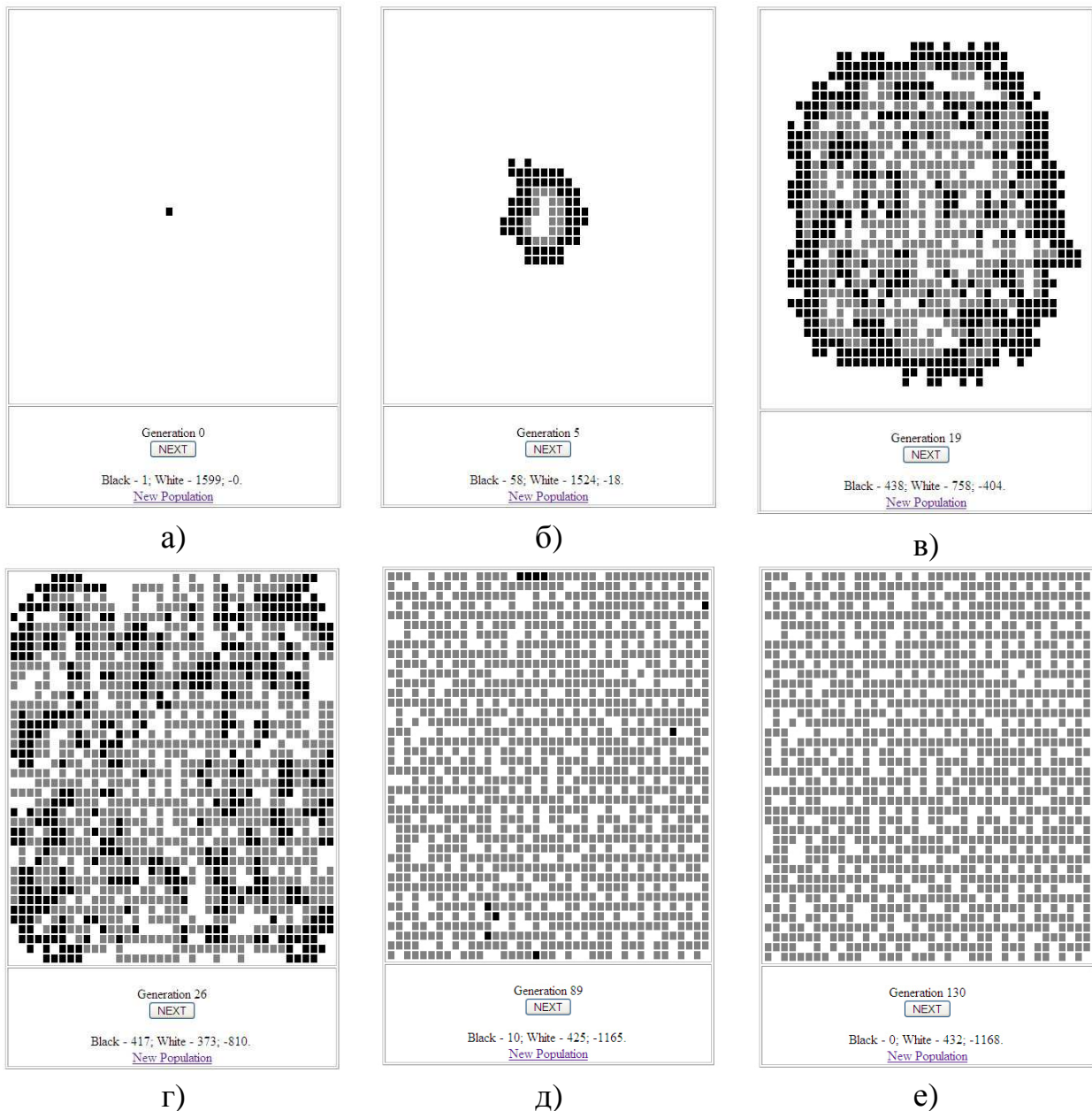


Рис. 18. Процес еволюції системи клітинних автоматів «дифузії новин»:
а) – початковий стан; б-д) – проміжні стани; е) – кінцевий стан

Описана система клітинних автоматів цілком реалістично відображає процес поширення новин серед окремих інформаційних джерел і їх публікацій.

На полі розміром 40 x 40 (розміри вибрано авторами виключно з метою наочності) станів системи клітинних автоматів повністю стабілізується за обмежену кількість ходів, тобто процес еволюції – сходиться.

Численні експерименти з цим клітинним автоматом показують, що період його збіжності складає від 80 до 150 кроків. Типові залежності кількості клітинок (послідовності кількості однотипних клітинок), що перебувають в різних станах, залежно від кроку ітерації, наведені на рис. 19.

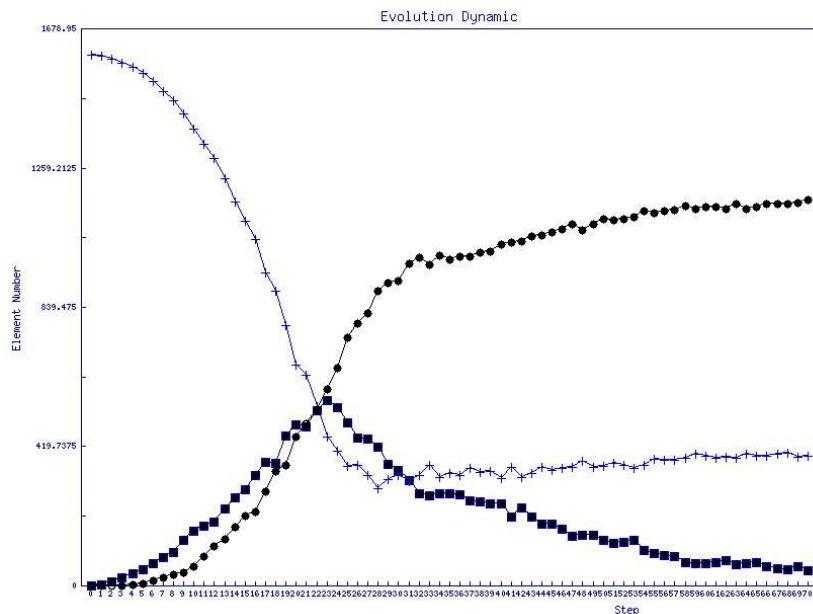


Рис. 19. Кількість клітинок кожного кольору залежно від кроку еволюції: білі клітинки – (+); сірі клітинки – (•); чорні клітинки – (■)

При аналізі наведених графіків слід звернути увагу на такі особливості: 1 – сумарна кількість клітинок, що перебувають в усіх трьох станах на кожному кроці ітерації постійна і дорівнює розміру поля; 2 – при стабілізації клітинних автоматів співвідношення сірих, білих і чорних клітинок приблизно складає: 0.75: 0.25: 0; існує точка перетину кривих відповідних трьох послідовностей, на рівні 33 % кожної.

Особливу увагу на графіку слід обернути на залежність, утворену чорними клітинками. Вид цієї кривої цілком узгоджується з «життєвою» динамікою новини – спочатку вона динамічно поширюється, захоплюючи усі нові куточки інформаційного простору, потім відбувається своєрідне насичення, і інформація для більшості реципієнтів перестає бути новиною, переходячи в розряд відомостей, або просто забувається.

Слід зазначити, що отримана дзвоноподібна залежність дифузії новин на інтернет-джерелах (веб-сайтах) добре узгоджується з «життєвою» поведінкою тематичних інформаційних потоків, а на локальних часових проміжках з відомими моделями, наприклад, експоненціальною і логістичною. В той же час ця модель є реалістичнішою, ніж названі традиційні моделі.

3.3.3. Індеси присутності в інформаційному просторі

При проведенні аналітичних досліджень важливу увагу приділяють присутності в інформаційному просторі організацій, брендів, персон, інших об'єктів. Нерівномірність представлення в інформаційному просторі різних об'єктів тієї самої природи свідчить щодо інформаційного монополізму, рекламного засилля тощо.

Для незалежної цифрової оцінки рівня присутності об'єктів в інформаційному просторі в рамках цієї роботи пропонується застосовувати підходи, відомі в економіці, які базуються на дослідженні кривої Лоренца, коефіцієнта Джині, індекса Гувера, Аткінсона тощо [127, 128].

Зупинемось на смислі цих індексів більш детально, маючи на увазі той факт, що замість слова «прибутки», що застосовують економісти, будемо вважати доцільним використання терміну «рівень медіаприсутності».

Крива Лоренца – це графічне зображення функції кумулятивного (накопичувального) розподілу. Вона була запропонована американським економістом Максом Отто Лоренцом в 1905 році як показник нерівності в доходах населення. В рамках цього дослідження – це своєрідне представлення функції кумулятивного розподілу, в якому акумулюються долі медіаприсутності. У прямокутній системі координат крива Лоренца є опуклою вниз і проходить під діагоналлю одиничного квадрата, розташованого в I координатній чверті.

У випадку однакового розподілу медіаприсутності кожна група об'єктів зустрічається в інформаційному просторі кількість разів, пропорційно своїй чисельності. Такий випадок описується кривою рівності (line of perfect equality), що з'єднує початок координат і точку (1;1). У випадку повної нерівності (якщо в інформаційному просторі представлений лише один об'єкт) крива (line of perfect inequality) спочатку співпадає з віссю абсцис, а потім є відрізком, що з'єднує точки (1;0) та (1;1). Крива Лоренца знаходиться між кривими рівності і нерівності (графік наведено на рис. 20).

З кривої Лоренца можна вивести кількісні показники нерівності, наприклад коефіцієнт Джині та індекс Гувера (Робін Гуда).

Коефіцієнт Джині – це статистичний показник, що свідчить про ступінь розшарування об'єктів по відношенню до якої-небудь ознаки, що вивчається (наприклад, по рівню представлення в інформаційному просторі).

Ця статистична модель була запропонована і розроблена італійським статистиком і демографом Коррадо Джині і опублікована в 1912 році в його праці «Варіативність і змінність ознаки».

Коефіцієнт Джині обчислюється як відношення площі фігури, обмеженої кривою Лоренца і кривою рівності, до площі трикутника, утвореного кривими рівності і нерівності. У випадку повної рівності коефіцієнт буде рівний 0; повної нерівності – 1. Коефіцієнт можна обчислити за формулою:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N |y_i - y_j|}{2N^2 \bar{y}},$$

де G – коефіцієнт Джині; N – число об'єктів; y_k – частка ознак об'єкту k ; \bar{y} – середнє арифметичне часток ознак об'єкту.

Розглянемо розрахунки коефіцієнта Джині для двох випадків – часткових випадків, найбільш притаманних інформаційному простору – рівномірного розподілу а) і розподілу Парето б).

а) Рівномірний розподіл. Нехай розподіл доходів рівномірний на відрізьку $[a, b]$, тобто $F(w)=0$ при $w < a$, $F(w)=(w-a)/(b-a)$ при $a \leq w < b$ та $F(w)=1$ при $w \geq b$. Відомо, що середнє значення доходів W у цьому випадку дорівнює $\frac{a+b}{2}$.

Крива Лоренца будується із співвідношення:

$$L(w) = \frac{1}{W} \int_0^w zF(z)dz = \frac{2}{a+b} \int_a^w \frac{z}{b-a} dz = (w^2 - a^2)/(b^2 - a^2).$$

Площа під кривою Лоренца складає:

$$S = \int_a^b L(w)dF(w) = \frac{1}{3} + \frac{a}{3(a+b)},$$

а коефіцієнт Джині $G=1-2S$. Визначимо коефіцієнт Джині через середнє W та мінімальне a . Так як $W = \frac{a+b}{2}$, то коефіцієнт $G = \frac{W-a}{3W}$. З останнього випливає, що рівномірний розподіл дає $G=0$ при $W=a$ та $G=1/3$ при $W \rightarrow \infty$.

б) Розподіл Парето. Нехай розподіл доходів $w > 0$ має вигляд $F(w) = [1 - (a/w)^\alpha]_+$, де $[u]_+$ означає $\max(u, 0)$, a – мінімальний дохід. В цьому випадку для існування математичного очікування

$$W = \int_a^\infty w dF(w) = a \frac{\alpha}{\alpha-1}$$

необхідно, щоб $\alpha > 1$, оскільки $W > a$ і $\alpha = \frac{W}{W-a}$.

Тоді площа S під кривою Лоренца буде рівною $S = \frac{\alpha-1}{2\alpha-1}$. Звідси коефіцієнт Джині рівний:

$$G = 1 - 2S = \frac{1}{2\alpha-1} = \frac{W-a}{W+a}.$$

Очевидно, що при $\alpha > 1$ значення $G > 0$, значення $G \rightarrow 0$ при $\alpha \rightarrow \infty$, а при $\alpha = 1$ коефіцієнт Джині буде рівним одиниці.

Коефіцієнт Джині має такі переваги:

- дозволяє порівнювати розподіл ознаки в сукупностях з різною кількістю об'єктів;
- може бути використаний для порівняння розподілу ознаки між різними сукупностями об'єктів;
- дозволяє відстежувати динаміку нерівномірності розподілу ознаки в сукупності на різних етапах динаміки розвитку.

До недоліку коефіцієнта Джині слід віднести той факт, що досить часто він наводиться без опису груп, на які поділена сукупність (чим більша кількість цих груп сукупності, тим більш значення коефіцієнта Джині для неї).

Індекс Робін Гуда (Robin Hood index), також відомий як *індекс Гувера* (Hoover index), – це ще один показник нерівності за параметрами, що має зв'язок з кривою Лоренца. Він рівний тій частці параметра в сукупності об'єктів, яку необхідно перерозподілити для досягнення рівності. Графічно він представляється як найдовший вертикальний відрізок, що з'єднує фактичну криву Лоренца з лінією рівності (бісектрисою I координатної чверті).

Індекс Гувера також належить напіввідкритому інтервалу $[0;1)$. Якщо ж рівень присутності в інформаційному просторі не можна ділити нескінченно, то говорять про частку, перерозподіл якої максимально наближає дану сукупність об'єктів до рівності.

Індексом Аткинсона є показник вимірювання соціальної нерівності, запропонований в 1970 р. Е.Б. Аткинсоном. Характерною особливістю індексу є можливість вимірювання зсувів в розподілі доходів серед сегментів з різними доходами. Цей індекс може бути перетворений на нормативний показник введенням коефіцієнта ε для зважування доходів, який може приймати значення від 0 до ∞ . Зсувам в заданій частині розподілу доходів можуть бути надані більші ваги вибором відповідного ε , рівня «неприятні до нерівності». Індекс Аткинсона стає чутливішим до зсувів в нижній частині розподілу доходів зі збільшенням ε . І навпаки, зі зменшенням рівня «неприятні до нерівності» (тобто якщо ε прямує до 0) індекс Аткинсона стає чутливішим до зсувів у верхній частині розподілу доходів.

Індекс Аткинсона визначається як:

$$A = \begin{cases} 1 - \frac{1}{\mu} \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i^{1-\varepsilon} \right)^{1/(1-\varepsilon)} & \varepsilon \in [0,1) \\ 1 - \frac{1}{\mu} \left(\prod_{i=1}^N y_i \right)^{1/N} & \varepsilon = 1, \end{cases}$$

де: y_i — рівень доходу індивіда або групи i ($i = 1, 2, \dots, N$) μ – середня арифметична величина доходу:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i.$$

По суті вирази в дужках з урахуванням степеня у формулі розрахунку індексу Аткинсона є еквівалентним рівнем доходу, який обчислюється як степеневе середнє степеня $1-\varepsilon$ від окремих значень доходу. Він відповідає рівню доходу при рівномірному його розподілі, при якому суспільство володіло б таким же рівнем добробуту, як і при досліджуваному нерівномірному розподілі.

Еквівалентний рівень доходу збільшується із зростанням:

1. нерівномірності розподілу доходу (через те, що сума окремих доходів, що більше розрізняються, в степені $1-\varepsilon$ буде більшою),

2. рівня неприязи до нерівності (якщо ε прямує до нескінченності, то еквівалентний рівень доходу прямує до найменшого з окремих значень доходу).

Тут ε розглядається як показник відношення суспільства до соціальної нерівності, що склалася, під якою мається на увазі нерівність розподілу суспільного багатства. Значення $\varepsilon = 0$ означає, що суспільству байдуже до розподілу доходу, а з його зростанням воно проявляє все більшу заклопотаність або «неприязи» до нерівності, що склалася.

З одного боку вибір значення ε дозволяє вирішити проблему вибору функції суспільного добробуту, але при цьому не можна вибрати однозначний (і тим більше формалізований) варіант його знаходження. Тому необхідно керуватися лише загальними міркуваннями економічного характеру як при визначенні ε , так і при його інтерпретації.

Індекс Тейла, як і коефіцієнт Джині, може приймати значення від 0 (повна рівність) до 1 (повна нерівність). Чим вищий індекс, тим нерівномірнішим є розподіл витрат (або доходу).

Індекс Тейла відноситься до загальнішого класу «показників загальної ентропії».

Індекс обчислюється таким чином:

$$T = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \ln(y_i),$$

де: y_i – рівень доходу індивіда i .

Загальна формула для “індексів загальної ентропії” (T при $\alpha \rightarrow 1$):

$$GE(\alpha) = \frac{1}{\alpha^2 - \alpha} \left\{ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i)^\alpha - 1 \right\}.$$

Показник чутливий до змін в нижній частині розподілу, якщо α має значення, близьке до нуля; однаково чутливий до змін у всьому діапазоні розподілу, якщо $\alpha \rightarrow 1$ (Індекс Тейла); і чутливий до змін у верхній частині розподілу, якщо α приймає більше значення. Індекс надає більшу вагу групам в нижній частині розподілу, на відміну від коефіцієнта Джині.

Він може бути розкладений на підгрупи: Індекс Тейла для населення є зважене середнє індексу для кожної підгрупи, де вагами є частки кожної підгрупи в загальній чисельності населення. На відміну від коефіцієнта Джині, індекси Тейла важко інтерпретувати.

Індекс чутливий до змін в розподілі, незалежно від того, чи мають вони місце у верхній, середній або нижній його частині (на індекс впливає будь-який трансферт доходу між двома індивідами – як між багатими, так і між бідними).

На базі системи контент-моніторингу інформаційних ресурсів з мережі Інтернет InfoStream побудовано криву Лоренца та визначені значення коефіцієнтів Джині та індексів Робін Гуда для вивчення медіаприсутності за запитом щодо протестних настроїв у Росії після виборів 2011 р. для таких об'єктів, як персони (рис. 20).

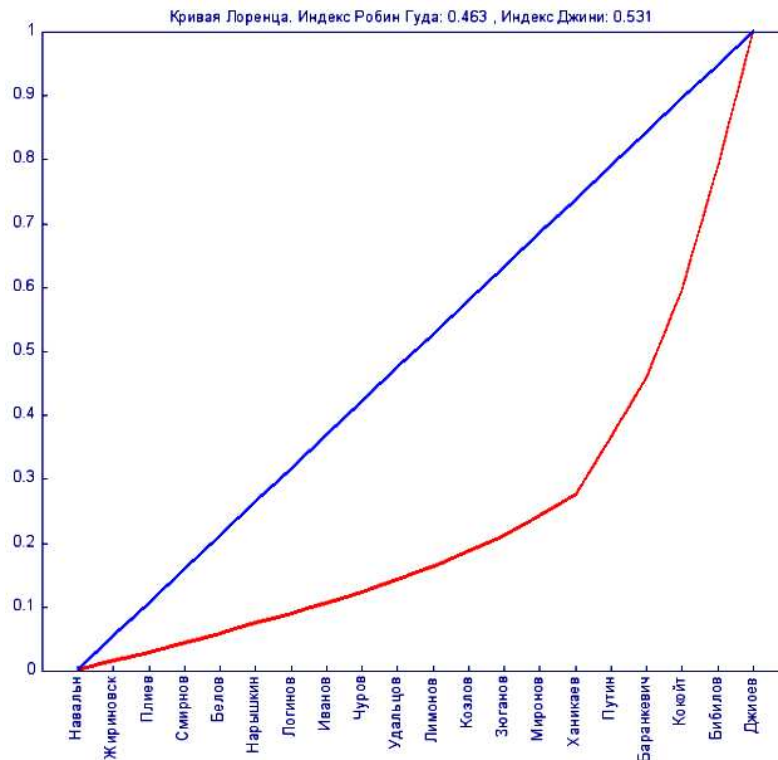


Рис. 20. Медіаприсутність персон за запитом «протест&Россия&выборы»

3.4. Дослідження інформаційних потоків

3.4.1. Інформаційні потоки як частина інформаційного простору

Елементи інформаційного простору – повідомлення, статті, документи утворюють в динаміці своєї еволюції інформаційні потоки [2]. Під інформаційним простором прийнято розуміти сукупність інформаційних ресурсів, технологій їх супроводу і використання, інформаційних і телекомунікаційних систем, що утворюють інформаційну інфраструктуру. І це наведене визначення інформаційного простору є якісним. Слід зазначити, що термін «простір» в даному випадку не співпадає з поняттям «простір» в математиці або фізиці, водночас, воно є віддзеркаленням реального життя, благодатним середовищем для моделювання громадських процесів.

Для дослідження сучасних інформаційних потоків в Інтернет, тобто потоків інформації, що публікується на сторінках веб-сайтів, в соціальних мережах, блогах, і тому подібне, все частіше застосовується нові підходи, тому що класичні методи і засоби узагальнення інформаційних масивів (класифікації, фазового укрупнення, кластерного аналізу та ін.) не завжди здатні адекватно відобразити стан динамічної складової інформаційного простору [3]. Як і багато інших складних систем, інформаційний простір можна представити як комунікаційне середовище – у вигляді системи з комплексом зв'язків інформаційних джерел і перетворювачів між собою, що впливають один на одного залежно від рівня сприйняття генерованих і перетворюваних ними окремих інформаційних повідомлень. При цьому для моделювання джерел і перетворювачів інформації,

з одного боку, цілком підходить класична теорія інформації як математична теорія зв'язку, розроблена Шенноном в 40-х роках ХХ століття і істотно доповнена і розширена в наступні роки роботами Н. Вінера, В. А. Котельникова і А. Н. Колмогорова. Проте класична теорія інформації не враховує взаємодії між джерелами і перетворювачами інформації, що, з іншого боку, цілком укладається в ідеологію сучасної теорії складних систем.

Для формального опису інформаційних потоків введемо деякі загальні для усього наступного викладу припущення. Дамо визначення інформаційного потоку, яке перекликається з класичним визначенням з теорії інформації.

Розглянемо відрізок (a, τ) дійсної осі (осі часу), де $\tau > a$. Допустимо, що на цьому відрізку часу відповідно до деяких закономірностей в мережі публікується деяка кількість інформаційних документів – k .

На осі часу моменти публікації окремих документів позначимо як $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_k$ ($a \leq \tau_1 \leq \tau_2 \leq \dots \leq \tau_k \leq \tau$). Інформаційним потоком будемо називати процес $N_a(\tau)$, реалізація якого характеризується кількістю точок (документів), що з'являються у інтервалі (a, τ) , як функцію правого кінця відрізка τ . Відповідно до цього визначення реалізація інформаційного потоку є неспадною ступінчастою завжди цілочисельною функцією $N_a(\tau)$.

Наведене визначення на локальних часових областях відповідає дійсності, але не враховує такий ефект, як старіння інформації, що суперечить «накопичувальній» здатності інформаційного потоку $N_a(\tau)$ на великих проміжках часу.

Такий певний інформаційний потік враховує лише кількість інформаційних повідомлень, незалежно від їх змісту. При цьому в загальному випадку визначення змісту, тематики окремих документів є досить суб'єктивним процесом.

На аналізі інформаційного простору ґрунтується один з підходів до моделювання соціально-правових процесів [1]. При цьому якщо інформаційний простір є віддзеркаленням суспільства, то на базі аналізу інформаційного простору будується модель суспільства, динаміки процесів, які відбуваються в ній, а також створюються передумови для прогнозування. В цьому випадку як об'єкт виміру для моделі розглядаються інформаційні потоки.

Аналізуючи завдання, пов'язані з моделюванням інформаційних потоків і їх впливом на соціальне середовище, слід виділити декілька аспектів:

- структура інформаційних потоків і їх динаміка;
- вплив інформаційних потоків на соціальне середовище;
- проблеми витоку або поширення інформації в соціальних групах;
- моделювання динаміки потоків інформації і можливостей її обробки;
- особливості поведінки систем у випадку отримання неповної, неточної або спотвореної інформації.

Спроби формалізувати вплив інформаційних потоків на соціальне середовище, змоделювати поведінку такого середовища і окремих її елементів представлені в роботах [1, 13, 15]. Розвиток і верифікація запропонованих там моделей – це питання подальших досліджень.

Можливостям моделювання інформаційних потоків, їх структурі та впливу на саме середовище присвячена робота [2, 3]. Особливо актуальним цей клас моделей може виявитися для аналізу процесів взаємодії людей через інтернет, який практично знімає обмеження на швидкість передачі інформації. Для вивчення проблем поширення і просочування інформації була запропонована модель динамічної перколяції, самоорганізованої критичності.

При інформаційному моделюванні соціально-правових процесів зберігаються усі основні етапи моделювання, тобто:

- визначення класу об'єктів, що вивчаються, побудова моделі, що враховує динаміку розвитку соціально правових процесів;
- отримання результатів моделювання і порівняння їх із результатами спостережень;
- з'ясування відповідності моделі й суспільно-політичної практики;
- аналіз побудованої моделі та її удосконалення.

Нині дослідження щодо проблем аналізу інформаційних потоків великого об'єму в комп'ютерних мережах носять найчастіше вузько спеціалізований характер. Водночас, досвід створення і впровадження корпоративних інформаційних систем, зокрема, системи контент-моніторингу веб-ресурсов InfoStream [129], свідчить про необхідність створення і впровадження документальних інформаційних сховищ для забезпечення наукових досліджень, отримання різноманітних аналітичних відомостей, навігації в документальних інформаційних потоках великих об'ємів.

Раніше нами були розглянуті питання інформаційної динаміки деяких соціальних процесів. Проте той факт, що в основі мережевої інформаційної динаміки лежать механізми генерації, поширення і споживання повідомлень (документів), надає актуальність проблемі вивчення самих мережевих документальних масивів, зокрема, їх фрактальних властивостей, самоподібності.

Самоподібність інформаційного простору виражається, передусім, в тому, що при його лавиноподібному зростанні в останні десятиліття, частотні і рангові розподіли, що отримуються в таких розрізах, як джерела, автори, тематика практично не міняють своєї форми. Тобто застосування теорії фракталів при аналізі інформаційного простору дозволяє із загальної позиції поглянути на закономірності, що становлять основи інформатики. Наприклад, тематичні інформаційні масиви сьогодні – це самоподібні структури, що розвиваються, які за своєю суттю є стохастичними фракталами, оскільки їхня самоподібність справедлива лише на рівні математичних очікувань, наприклад, розподілу кластерів по розмірах.

У інформаційному просторі виникають, формуються, ростуть і розмножуються кластери – групи взаємозв'язаних документів. Системи, засновані на кластерному аналізі, самостійно виявляють нові ознаки об'єктів і розподіляють об'єкти по нових групах.

Чим же визначається природа фрактальної структури інформаційного простору, що породжується такими кластерними структурами? З одного боку, параметрами рангових розподілів, а з іншої – механізмом розвитку інформаційних кластерів, який відображає природу інформаційного простору. Поява нових

публікацій збільшує розмірність вже існуючих кластерів і є причиною утворення нових.

Фрактальні властивості характерні для кластерів інформаційних Web - сайтів, на яких публікуються документи, відповідні певним тематикам. Ці кластери, як набори тематичних документів, є фрактальними структурами, що мають ряд унікальних властивостей. Наприклад, російськими дослідниками (С. Іванов та ін.), визначена фрактальна розмірність подібних інформаційних масивів, що змінюється в межах від 1.05 до 1.50, що свідчить про невелику щільність заповнення кластерів документами по одній темі.

Як один з основних законів, що відображають самоподібність інформаційного простору, можна навести закон Ципфа. У 1949 році професор філології з Гарварду Дж. Ципф зібрав достатній статистичний матеріал і експериментально показав, що розподіл слів природної мови підпорядковується закону: «Якщо для довільного досить великого тексту скласти список усіх слів, що зустрічаються в ньому, а потім ранжирувати ці слова, тобто розташувати їх в порядку спадання частоти появи слів у цьому тексті і пронумерувати в зростаючому порядку, то для будь-якого слова добуток його порядкового номера (рангу) в такому списку і відповідної частоти появи слова в тексті буде величиною постійною, що має значення приблизно однакове для будь-якого слова із цього списку». Учений описав виявлену ним закономірність розподілу слів в текстах англійською мовою:

- невелика кількість слів, таких як «the», «and» в англійській мові, які мають дуже високий ранг;
- середня кількість слів має середній ранг;
- велика кількість слів має дуже низький ранг.

Таким чином: $fr = C$, де f – частота появи слова в тексті; r – ранг (порядковий номер) слова у списку; C – постійна величина, що визначається емпірично. Цю закономірність залежності частоти від рангу називають першим законом Ципфа. Одержана залежність графічно виражається гіперболою. Значення константи в різних мовах різне, але усередині однієї мовної групи залишається незмінним. Так, наприклад, для англійських текстів константа Ципфа дорівнює приблизно 0,1. Для російської і української мов коефіцієнти Ципфа складають приблизно 0,06 – 0,07.

Ципф сформулював ще одну закономірність, близьку по смислу до свого першого закону. Він визначив, що частота і кількість слів, що входять в текст з даною частотою, також взаємозв'язані. Якщо побудувати діаграму, відклавши по одній осі частоту появи слова, а по іншій – кількість слів, що входять в текст з цією частотою, то одержана крива зберігатиме свої параметри для усіх текстів в межах однієї мови. Проте на якій би мові текст не був написаний, форма кривої Ципфа залишиться незмінною – можуть відрізнятись лише коефіцієнти. Ця закономірність дістала назву другого закону Ципфа – «кількість – частота».

Теорія фракталів тісно пов'язана з кластерним аналізом, що вирішує задачу виділення компактних груп об'єктів з близькими властивостями. Кластеризація сьогодні застосовується при реферуванні великих документальних масивів, визначенні взаємозв'язаних груп документів, для спрощення процесу перегляду

при пошуку необхідної інформації, знаходження унікальних документів з колекції, виявлення дублікатів або близьких за змістом документів.

Фрактальний принцип самоподібності припускає нескінченне подрібнення набору об'єктів із збереженням їх властивостей. В даному випадку можна спостерігати подібність сюжетних ланцюжків, що отримують при уточненні запити (звичайно, в певних рамках). В той же час, сьогодні багатьма дослідниками розглядається не дроблення, а природне зростання розмірів інформаційного простору.

Властивості самоподібності фрагментів інформаційного простору наочно демонструє інтерфейс, представлений на веб-сайті служби News Is Free (<http://newsisfree.com>). На цьому сайті відображується стан інформаційного простору у вигляді посилань на джерела і окремі повідомлення. При цьому враховуються два основні параметри відображення – ранг популярності і «свіжість» інформації. У рамках цієї моделі можна спостерігати «дроблення» груп джерел при збільшенні рангу популярності і «свіжості» видань. Коли цей ранг стає досить високим, то вже не можна без особливих зусиль читати назви джерел і ідентифікувати окремі документи.

Простір інтернет-новин, будучи динамічною частиною веб-простору, характеризується великою кількістю контекстних і гіпертекстових посилань, топологія яких викладена в першій главі цієї монографії.

Як і у випадку моделі Бредера для веб-простору, топологія і характеристики моделі новинної частини Інтернет виявилися приблизно однаковими для різних його підмножин, підтверджуючи спостереження про те, що «інформаційний простір новин – це фрактал», тобто властивості усієї структури цього простору вірні і для його окремих підмножин.

З іншого боку, інформаційний простір можна розглядати як середовище, в якому виникають і розвиваються кластерні структури, які можна вивчати і моделювати, використовуючи як методичну основу теорію фракталів.

Новинну складову інформаційного простору Інтернет можна розглядати як потужний інформаційний потік [2], що характеризується певним набором параметрів, серед яких виділяються такі, як джерела інформації (веб-сайт) і тематики. Саме їх можна розглядати як основи, що лежать на поверхні, для кластеризації.

Тоді як для традиційних засобів наукової комунікації підходи до кластеризації з точки зору теорії фракталів були уперше досліджені Ван Рааном, що аналізував масиви статей і зв'язку, що утворюються цитуванням, інформаційні потоки повідомлень з Інтернету до останнього часу не асоціювалися з фракталами. Це пов'язано з проблемами ідентифікації інформаційних потоків як фрактальних множин, а також із складністю знаходження основ для побудови кластерів – повідомлень в політематичних потоках, що породжують багатократне цитування.

З цієї ж причини у рамках цієї роботи досліджуються кількісні характеристики лише тематичних інформаційних потоків, які характеризуються ітеративністю при формуванні і цілком доступні як для кількісного, так і для якісного аналізу.

Об'єми повідомлень в тематичних інформаційних потоках утворюють часові ряди. Для дослідження часових рядів сьогодні все ширше використовується теорія фракталів, традиційна сфера застосування якої – фрактальна геометрія, обробка зображень і т. п. В той же час часові ряди, що породжуються тематичними інформаційними потоками, також мають фрактальні властивості і можуть розглядатися як стохастичні фрактали. Цей підхід розширює сферу застосування теорії фракталів на інформаційні потоки, динаміка яких описується засобами теорії випадкових процесів.

З іншого боку, теорія фракталів розглядається як підхід до статистичного дослідження, який дозволяє отримувати важливі характеристики інформаційних потоків, не вдаючись до детального аналізу їх внутрішньої структури і зв'язків. Однією з основних властивостей фракталів є самоподібність (скейлінг). Як показано в роботах С.А. Іванова, для послідовності повідомлень тематичних інформаційних потоків відповідно до скейлінгового принципу, кількість повідомлень, резонансів на події реального світу пропорційна деякій мірі кількості джерел інформації (кластерів) і ітераційно триває протягом певного часу. Точно так, як і в традиційних наукових комунікаціях, зростаюча безліч повідомлень в Інтернеті з однієї тематики в часі є динамічною кластерною системою, що виникає в результаті ітераційних процесів. Цей процес пояснюється републикаціями, прямою або спільною цитованістю, різними публікаціями – віддзеркаленнями одних і тих же подій реального світу, прямими посиланнями і так далі. Крім того, для більшості тематичних інформаційних потоків спостерігається збільшення їх об'ємів, причому на коротких часових інтервалах – лінійне зростання, а на тривалих – експоненціальне.

Фрактальна розмірність в кластерній системі, відповідній тематичним інформаційним потокам, характеризує міру заповнення інформаційного простору повідомлень протягом певного часу:

$$N_{\text{нубл}}(\varepsilon t) = \varepsilon^\rho N_k(t)^\rho,$$

де: $N_{\text{нубл}}$ – розмір кластерної системи (загальне число електронних публікацій в інформаційному потоці); N_k – число кластерів (тематик або джерел); ρ – фрактальна розмірність інформаційного масиву; ε – коефіцієнт масштабування. У наведеному співвідношенні між кількістю повідомлень і кластерів проявляється властивість збереження внутрішньої структури множини при зміні масштабів його зовнішнього розгляду.

Вивчення явищ самоподібності, застосування теорії фракталів при аналізі інформаційного простору дозволяє із загальної позиції поглянути на емпіричні закони, що становлять теоретичні основи інформатики. Наприклад, тематичні інформаційні масиви сьогодні представляють самоподібні структури, що розвиваються, і можуть розглядатися як стохастичні фрактали. Відомо, що усі основні закони наукової комунікації, такі як закони Парето, Лотки, Бредфорда, Ципфа, можуть бути узагальнені саме у рамках теорії стохастичних фракталів.

Очевидно, що різкі скачки в об'ємах потоків електронних публікацій з тематики виборів свідчать про деякі реальні події, на які можлива реакція відповідних фахівців. Тобто, можна припустити, що як засіб аналізу

електоральної ситуації само вивчення параметрів масивів електронних публікацій по цій темі відноситься до виборчих технологій.

Як відомо, виникнення детермінованого хаосу в динаміці об'єктів тісно пов'язане з наявністю у нього фрактальних властивостей, важливість яких останніми роками широко обговорюється в самих різних галузях науки. Теорія фракталів широко застосовується як підхід до статистичного дослідження, який дозволяє отримувати важливі характеристики інформаційних потоків, не вдаючись до детального аналізу їх внутрішньої структури. Зокрема, кількість тематичних повідомлень в Інтернеті, резонансів на подію реального світу пропорційна деякій мірі кількості тематичних джерел (веб-сайтів). Точно так, як і в традиційних наукових комунікаціях, кількість повідомлень в Інтернеті з вибраної тематики є динамічною кластерною системою.

Як і у випадку потоків енергії або речовини, що проходять через відкриті системи, інформаційні потоки також у багатьох випадках характеризуються самоорганізацією, тобто властивістю самоподібності, сильними кореляціями, що підпорядковуються степеневому закону. Якщо розглядати інформаційні потоки як ряди публікацій протягом часу, то можна скористатися таким визначенням строгої самоподібності (масштабної інваріантності, скейлінга): процес $X(t)$ є самоподібним, якщо $X(t)$ і $\alpha^{-H} X(\alpha t)$ мають однакові розподіли вірогідності для усіх $\alpha > 0$.

Однією з підстав успішного моделювання соціальних процесів і прогнозування результатів певних соціальних процедур є урахування взаємозв'язку подій з інформаційним середовищем, зокрема з його найбільш динамічною та сучасною частиною – множиною інформаційних ресурсів мережі Інтернет. Задача вивчення властивостей інформаційного простору, зокрема, документальних потоків є багатоплановою, припускає активне використання методів, що дозволяють глибше зрозуміти природу соціальних явищ, специфіку предметної області.

Розглянемо можливості сучасних засобів аналізу часових рядів на прикладі дослідження інформаційних потоків веб-публікацій, зібраних з мережі Інтернет системою InfoStream.

Ця система забезпечує доступ до унікального ретроспективного фонду, що перевищує 80 млн. записів за 12 років і підтримку аналітичної роботи в режимі реального часу, у тому числі побудову сюжетних ланцюжків, дайджестів, діаграм згадувань понять, їхніх взаємозв'язків тощо. Тематика інформаційного потоку, який досліджується, визначалася запитом до системи InfoStream щодо розвитку кризових явищ у країні [130]:

(парламентсь~криз)/(політичн~криз)/(фінансов~криз)/(економічн~криз)

Досліджувалися інформаційні потоки, що поступали з понад тисячі українських мережових інформаційних ресурсів, серед яких лідерами за кількістю релевантних запитів публікацій були такі авторитетні джерела, як Укрінформ, УНІАН, РБК-Україна, Радіо Свобода, Кореспондент.net, Главред тощо. Ретроспективний період дослідження становив весь 2008 рік, тобто 366 днів. За цей період системою InfoStream було охоплено понад 12 млн. мережових документів. У результаті пошуку за запитом, який враховує всі основні аспекти

кризових явищ, було знайдено 57245 релевантних документів. На основі обробки цих даних були отримані повні картини експериментальних даних – часові ряди за заданий період. На рис. 21 наведено графік кількості відповідних тематичних публікацій за днями 2008 року.

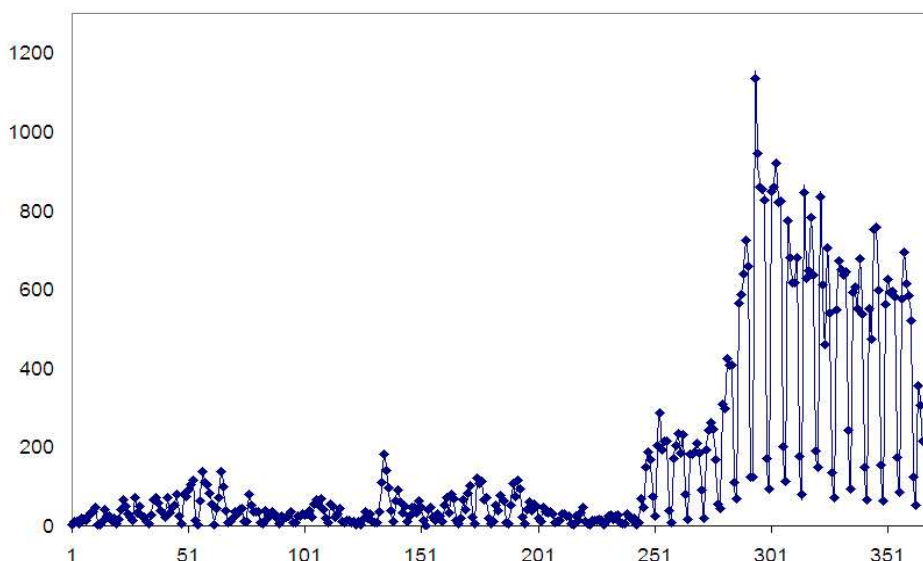


Рис. 21. Динаміка кількості публікацій за першим запитом за днями 2008 року (всього 57245 публікацій)

Наведений графік враховує тижневі коливання (у вихідні дні, наприклад, в мережі публікується значно менше документів, ніж у будні). На наведеному графіку можна бачити, що приблизно з 250-го дня року загальна кількість повідомлень щодо кризової проблематики почала різко збільшуватися (посилена парламентська криза).

3.4.2. Кореляційний аналіз інформаційних потоків

При вивченні і моделюванні тематичних інформаційних потоків потрібне знання їх «трендів», особливостей реальної поведінки, без урахування періодичних складових, що утворюються, наприклад, святковими датами при розгляді інформаційних потоків за декілька років або різними об'ємами публікацій в різні дні тижня.

Неважко помітити, що в динаміці інформаційних потоків присутні більш менш стійкі цикли, що мають різну природу. Ця обставина дозволяє говорити про наявність в динаміці потоків окремих складових, кожна з яких може скласти предмет самостійного дослідження.

Відомо, що для вирішення поставленої проблеми можуть застосовуватися різноманітні підходи – від простої «компенсації» наведеного процентного співвідношення публікацій по днях тижня, до методів, що базуються на перетвореннях Фур'є і вейвлет-аналізі. В той же час для виявлення і обґрунтування наступного усунення періодичних складових в динаміці тематичних інформаційних підходів у рамках цієї роботи застосовані підходи, обґрунтовані

у рамках кореляційної теорії з наступним застосуванням методу «ковзного середнього», які представляються найбільш обґрунтованими і такими, що реалізуються з інженерної точки зору.

Якщо позначити через X_t член ряду кількості публікацій (кількості електронних повідомлень, що поступили, наприклад, в день t , $t = 1, \dots, N$), то функція автокореляції для цього ряду X визначається як:

$$F(k) = \frac{1}{N-k} \sum_{t=k}^{N-k} (X_{k+t} - m)(X_t - m), \quad (3.4)$$

де: m – середнє значення ряду X , яке у подальшому, не обмежуючи загальності, вважатимемо рівними 0 (це досягається присвоєнням значенню X_t значення $X_t - m$). Передбачається, що ряд X може містити приховану періодичну складову. Відомо, що функція автокореляції має ту властивість, що якщо прихована періодична складова існує, то її значення асимптотично наближається до квадрата середнього значення початкового ряду.

На рис. 22 дається графік реального інформаційного потоку повідомлень мережевих ЗМІ по темі «Корупція в Україні», сформований системою InfoStream, за допомогою якої сканувалося понад 2500 новинних веб-сайтів. За запитом «(Україн|Україн)» було відібрано понад 83 тис. публікацій за 456 днів (з 1 січня 2007 р. по 31 березня 2007 року).

Як відомо, коефіцієнти кореляції для дискретного ряду вимірів обчислюються за формулою:

$$R(k) = \frac{F(k)}{\sigma^2}, \quad (3.5)$$

де: k – ширина «вікна спостережень»; $F(k)$ – функція автокореляції; σ^2 – дисперсія ряду X кількості публікацій.

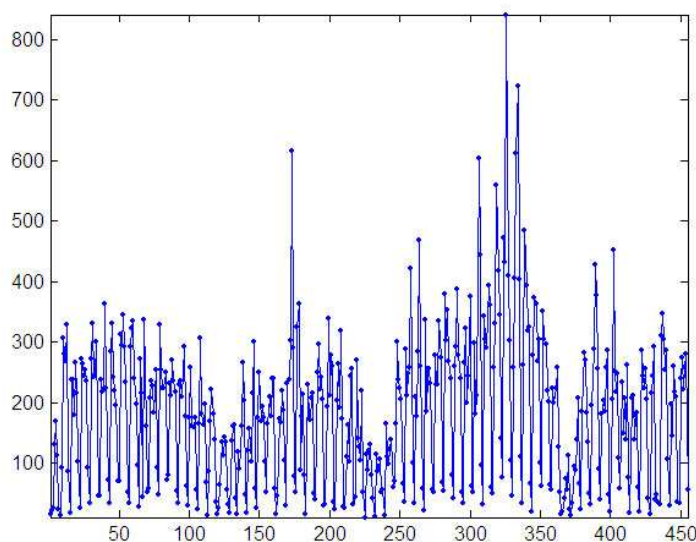


Рис. 22. Кількість публікацій на задану тему за днями

Графічне представлення коефіцієнта кореляції для досліджуваного ряду спостережень свідчить про розподіл кореляційних властивостей за днями тижня (рис. 23).

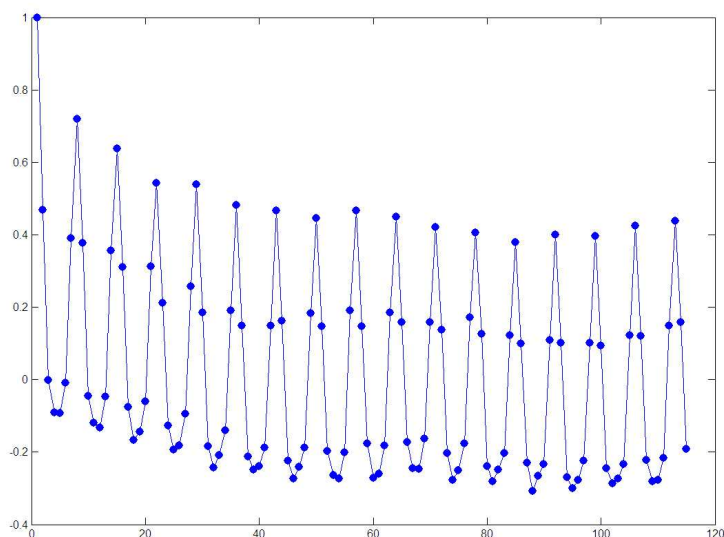


Рис. 23. Коефіцієнти кореляції ряду кількості публікацій за добу залежно від вікна спостережень k

Сім рівнів значень, представлених на графіку, відповідають 7 дням тижня. Очевидно, що наведені вище коефіцієнти кореляції є вибраними значеннями деякої неперервної функції, що має явно виражену гармонійну складову.

Для видалення періодичної складової досліджуваного числового ряду використовувався метод зваженою «ковзною середнього». У основі цього методу згладжування лежить принцип, що полягає в тому, що розкид середнього з N членів часового ряду характеризуватиметься величиною дисперсії, рівною σ^2/N , де σ^2 – дисперсія початкового аналізованого ряду.

Будемо досліджувати значення цього числового ряду на проміжках, що визначаються невеликими вікнами спостережень (у вибраному випадку вікно спостереження дорівнює 7 – числу днів тижня), і обчислювати значення нового ряду «згладжених» величин за формулою:

$$S_t = \frac{1}{7} \sum_{i=t-3}^{t+3} X_i. \quad (3.6)$$

Очевидно, при зміні i від $t-3$ до $t+3$, відбувається своєрідне «ковзання» по осі часу, відповідно, застосований метод називається методом «ковзною середнього».

Передбачається, що «згладжування» гармонійної складової дозволить виявити особливості реальної поведінки тематичного інформаційного потоку, його динаміку, відповідну подіям реального світу, без урахування редакційної політики і періодики окремих електронних ЗМІ. Таким чином, в подальших дослідженнях інформаційних потоків, об'єми яких представляються числовими рядами з явно вираженою гармонійною складовою, передбачається використання «згладжених» рядів з вікном спостереження в 7 днів, що дозволить позбавлятися від явно виявлених за допомогою кореляційного аналізу тижневих циклів в об'ємах публікацій.

У поведінці сучасних інформаційних потоків, спостерігаються дві характерні особливості: виразна тенденція до постійного зростання їх об'ємів і

ускладнення динамічної структури. У зв'язку з цим актуальною стає проблема моделювання динамічних процесів генерації і поширення інформації, тобто динаміки інформаційних потоків.

Різноманітність поведінки потоків публікацій по різних тематиках і складність їх взаємного впливу примушують шукати нові, раніше невідомі в цій області методи. Сьогодні, при моделюванні інформаційних потоків, особливий інтерес представляють моделі, що не претендують на детальний опис особливостей кожного конкретного повідомлення (публікації), а що дозволяють узагальнювати і в той же час враховувати деяку конкретику.

3.4.3. Вейвлет-аналіз

До кола сучасних інструментальних засобів математичного моделювання та оцінки рядів спостережень відноситься також вейвлет-аналіз [131]. Він особливо ефективний в тих випадках, коли крім загальних спектральних характеристик потрібно виявляти локальні в часі особливості поведінки досліджуваного процесу. Аналіз даних з використанням вейвлет-перетворень є зручним, надійним і потужним інструментом дослідження часових рядів і дозволяє представити результати у наочному вигляді, зручному інтерпретації.

Основою вейвлет-аналізу є вейвлет-перетворення, яке є особливим типом лінійного перетворення, базисні функції якого (вейвлети) мають специфічні властивості. *Вейвлетом* (малою хвилею) називається функція, що зосереджена в невеликому околі деякої точки, є спадною та прямою до нуля в міру віддалення її як у часовій, так і у частотній області. Існують найрізноманітніші вейвлети, що мають різні властивості. Разом з тим, усі вейвлети мають вигляд коротких хвильових пакетів з нульовим інтегральним значенням, локалізованих на часовій осі, які є інваріантними до зсуву і до масштабування.

До будь-якому вейвлета можна застосувати дві операції:

- зсув, тобто переміщення області його локалізації в часі;
- масштабування (розтягання або стиск).

Головна ідея вейвлет-перетворення полягає в тому, що нестационарний часовий ряд ділиться на окремі проміжки (так звані «вікна спостереження»), і на кожному з них виконується обчислення скалярного добутку (величини, що показує ступінь близькості двох закономірностей) досліджуваних даних з різними зсувами деякого вейвлета на різних масштабах. Вейвлет-перетворення генерує набір коефіцієнтів, за допомогою яких представляється початковий ряд. Вони є функціями двох змінних: часу і частоти, і тому утворюють поверхню у трьохвимірному просторі. Ці коефіцієнти показують, наскільки поведінка процесу в даній точці аналогічна вейвлету на даному масштабі. Чим ближче вид аналізованої залежності в околі даної точки до виду вейвлета, тим більшу абсолютну величину має відповідний коефіцієнт. Негативні коефіцієнти показують, що залежність подібна на «дзеркальне відображення» вейвлета. Використання цих операцій, з урахуванням властивості локальності вейвлета в частотно-часовій області, дозволяє аналізувати дані на різних масштабах і точно визначати положення їхніх характеристик у часі.

Технологія використання вейвлетів дозволяє виявляти одиничні та нерегулярні «сплески», різкі зміни значень кількісних показників у різні періоди часу, зокрема, обсягів тематичних публікацій в Інтернет. При цьому можуть виявлятися моменти виникнення циклів, а також моментів, коли за періодами регулярної динаміки настають хаотичні коливання.

Часовий ряд, що розглядається, може апроксимуватися кривою, що, у свою чергу, може бути представлена у вигляді суми гармонійних коливань різної частоти й амплітуди. При цьому коливання, що мають низьку частоту, відповідають за повільні, плавні, великомасштабні зміни значень початкового ряду, а високочастотні – за короткі, дрібномасштабні зміни. Чим сильніше змінюється описувана даною закономірністю величина на даному масштабі, тим більшу амплітуду мають складові на відповідній частоті. Таким чином, досліджуваний часовий ряд можна розглядати в частотно-часовій області – тобто мова йде про дослідження закономірності, що описує процес у залежності як від часу, так і від частоти.

Неперервне вейвлет-перетворення для функції $f(t)$ будується за допомогою неперервних масштабних перетворень і зсувів вибраного вейвлета $\psi(t)$ з довільними значеннями масштабного коефіцієнта a та параметра зсуву b :

$$W(a, b) = (f(t), \psi(t)) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi^* \left(\frac{t-b}{a} \right) dt.$$

Отримані коефіцієнти представляються у графічному вигляді картою коефіцієнтів перетворення, або скейлограмою. На скейлограмі по одній осі відкладаються зсуви вейвлета (вісь часу), а по іншій – масштаби (вісь масштабів), після чого точки схеми, що вийшла, зафарбовуються залежно від величини відповідних коефіцієнтів (чим більший коефіцієнт, тим яскравіші кольори зображення). На скейлограмі видно всі характерні риси вихідного ряду: масштаб та інтенсивність періодичних змін, напрямок і величина трендів, наявність, розташування та тривалість локальних особливостей.

Наприклад, відомо, що комбінація декількох різних коливань може мати настільки складну форму, що виявити їх візуально неможливо. Періодичні зміни значень коефіцієнтів вейвлет-перетворення на деякій неперервній множині частот мають вигляд ланцюжка «пагорбів» з вершинами, розташованими в точках (по осі часу), у яких ці зміни досягають найбільших значень.

Іншим важливим показником є виражена тенденція динаміки часового ряду (тренд) не залежно від періодичних коливань. Наявність тренда може бути неочевидною при простому розгляді часового ряду, наприклад, якщо тренд поєднується з періодичними коливаннями. Тренд відображається на скейлограмі як плавна зміна яскравості уздовж осі часу одночасно на всіх масштабах. Якщо тренд наростаючий, то яскравість буде збільшуватися, якщо спадний – зменшуватися.

Ще одним важливим фактором, який необхідно враховувати при аналізі часових рядів, є локальні особливості, тобто можливі різкі, стрибкоподібні зміни характеристик початкового ряду. Локальні особливості представлені на скейлограмі вейвлет-перетворення як лінії різкого перепаду яскравості, що ви-

ходять із точки, що відповідає часу виникнення стрибка. Локальні особливості можуть мати як випадковий, так і систематичний характер, при цьому «маскувати» періодичні залежності або короткотерміновий тренд. Аналіз локальних особливостей дозволяє відновити інформацію щодо динаміки початкового процесу та у деяких випадках прогнозувати подібні ситуації.

Таким чином, кожний з основних факторів динаміки має свій, характерний відбиток на скейлограмі, при цьому вся аналітична інформація представляється в наочному та зручному для вивчення вигляді. Завдяки наочності подання результатів у вигляді скейлограми, іноді досить одного погляду, щоб побачити на ній найбільш суттєві фактори.

На рис. 24 наведена скейлограма – результат неперервного вейвлет-аналізу (вейвлет Гауса) часового ряду, що відповідає процесу, який розглядався вище.

Наведений приклад показує, що вейвлет-аналіз дозволяє виявляти не тільки очевидні аномалії в досліджуваному ряді, але й критичні значення, які приховані за відносно невеликими абсолютними значеннями елементів ряду. Наприклад, на скелетоні на більшості частот відмічено не тільки 250-й день, але й неявні екстремуми (25-й та 75-й дні).

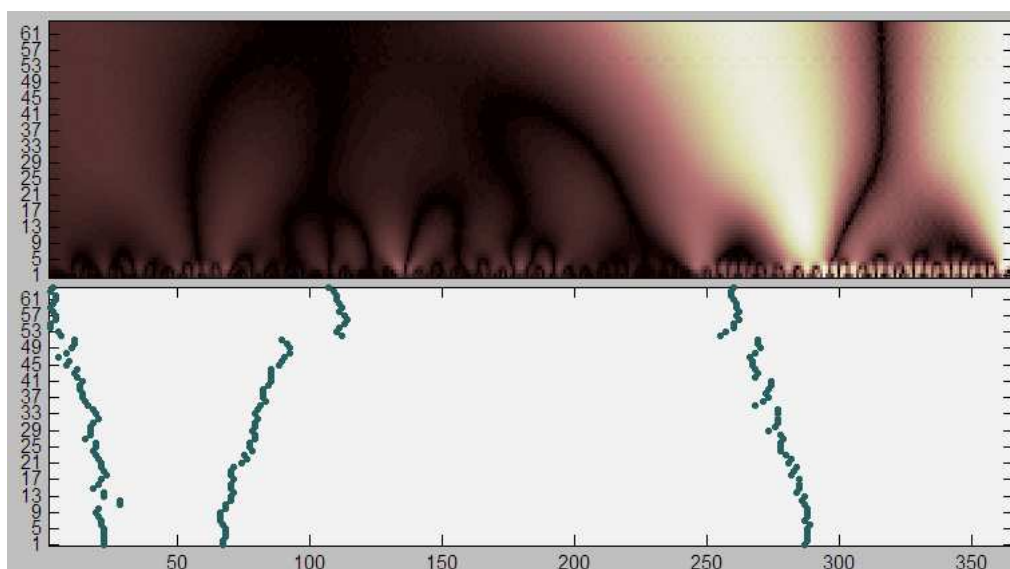


Рис. 24. Результат вейвлет-аналізу (неперервне вейвлет-перетворення): зверху – вейвлет-скейлограма; знизу – лінії локальних максимумів (скелетон)

Безумовно, фінансово-економічні фактори мають безпосередній вплив на суспільні процеси. На рис. 25 наведено динаміку зміни готівкового курсу продажу долара США в банках України протягом 2008 року.

На рис. 26 наведено результат застосування вейвлет-аналізу до цього ряду. Зсув останньої лінії локальних трендів на цій скейлограмі у порівнянні з попередньою свідчить про те, що готівковий курс є похідною від загальнокризових явищ.



Рис. 25. Динаміка зміни курсу готівкового долара у гривнях впродовж 2008 р.

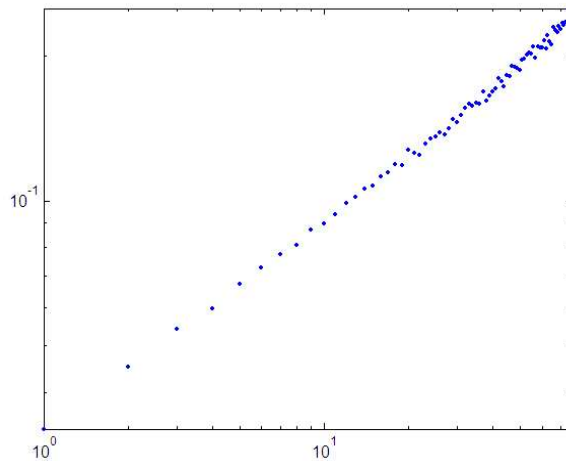


Рис. 26. Залежність $D(n)$ ряду спостережень від довжини відрізка апроксимації n у логарифмічній шкалі

3.4.4. Дисперсійний аналіз – метод DFA

Метод DFA [132, 133] є варіантом дисперсійного аналізу, що дозволяє досліджувати ефекти тривалих кореляцій в нестационарних рядах. При цьому аналізується середньоквадратична помилка лінійної апроксимації залежно від розміру відрізка, що апроксимується.

У рамках цього алгоритму визначення DFA спочатку здійснюється наведення даних до нульового середнього (віднімання середнього значення $\langle F \rangle$ з часового ряду F_n ($n = 1, \dots, N$)) і будується випадкове блукання $y(k)$:

$$y(k) = \sum_{n=1}^N [F(n) - \langle F \rangle_N]. \quad (3.7)$$

Потім ряд значень $y(k)$, $k = 1, \dots, N$ розбивається на відрізки довжини n , що не перекриваються, в межах кожного з яких методом найменших квадратів визначається рівняння прямої, що апроксимує послідовність $y(k)$.

Знайдена апроксимація $y_n(k)$ ($y_n(k) = ak + b$) розглядається як локальний тренд.

Далі обчислюється середньоквадратична помилка лінійної апроксимації в широкому діапазоні значень n .

Вважається, що залежність $D(n)$ часто має степеневий характер $D(n) \approx n^a$, тобто наявність лінійної ділянки в подвійному логарифмічному масштабі $\lg D(\lg n)$ дозволяє говорити про існування скейлінга. При використанні методу DFA для різних ділянок ряду спостережень однакової довжини n досліджуваної послідовності будується лінійна апроксимація, для якої потім обчислюється середньоквадратична помилка $D(n)$.

Як можна бачити на по рис. 26, $D(n)$ є степеневою функцією від n , а в подвійному логарифмічному масштабі ця залежність близька до лінійної, що дозволяє говорити щодо наявності скейлінга.

З метою візуалізації та аналізу часових рядів, пов'язаних з публікаціями в інформаційному просторі мережі Інтернет, був розроблений новий метод дисперсійного аналізу [134].

Задача виявлення та візуалізації трендів, виявлення гармонійних складових, трендів, локальних особливостей часових рядів, фільтрації шуму сьогодні вирішуються методами фрактального, вейвлет- та Фур'є-аналізу.

Як і в методі DFA, розглянемо поведінку відхилення точок ряду накопичення від лінійної апроксимації (але в цьому випадку абсолютне значення) $|\Delta_{k,j,L}|$. Побудову відповідних діаграм значень $|\Delta_{k,j,L}|$, які залежать фактично від двох параметрів – L і $t = (j-1)L + k$ отримала назву ΔL -методу візуалізації. Така візуалізація у вигляді «рельєфної» діаграми становить певний інтерес для вивчення особливостей процесів, які відповідають початковим рядам вимірів.

ΔL -метод виявляється досить ефективним для виявлення гармонійних складових досліджуваного ряду. На рис. 27 показана ΔL -діаграма ряду, що відповідає синусоїді ($y(i) = \sin(i\pi/7)$, $i = 1, \dots, 366$). Застосування ΔL -методу до ряду, елементами якого є кількості публікацій, зібраних системою InfoStream з Інтернет без урахування тематичного розподілу, має явно виражену гармонійну складову (загальна кількість публікацій залежить від дня тижня), що можна бачити на рис. 28. Крім того, на цій діаграмі помітні відхилення від загальної динаміки обсягів публікацій у святкові дні.

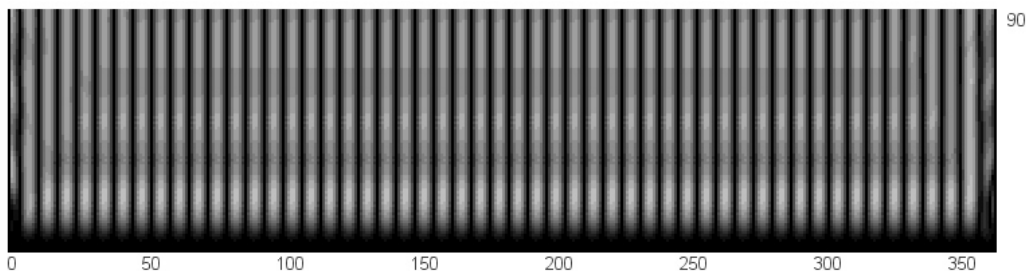


Рис. 27. ΔL -діаграма синусоїди

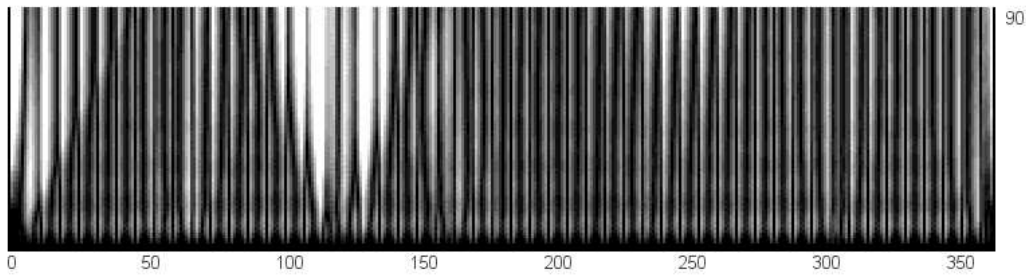


Рис. 28. ΔL -діаграма ряду кількості публікацій, зібраних щодоби системою InfoStream у 2008 році

«Рельєфні діаграми», одержані в результаті ΔL -методу (більш світлі тони відповідають більшим значенням $|\Delta_{k,j,L}|$), нагадують скейлограми, отримані в результаті безперервних вейвлет-перетворень. Варто звернути увагу на те, що темні смуги в центрі багатьох світлих областей свідчать про «стабілізацію» великих значень розглянутого ряду на високому рівні.

ΔL -метод застосовується для реальних часових рядів, наприклад тих, які відображають інтенсивність публікацій за даною тематикою в Інтернет. На рис. 29 наведено ΔL -діаграму для розглянутого вище часового ряду з кількості публікацій повідомлень за обраною тематикою в мережі Інтернет протягом року.

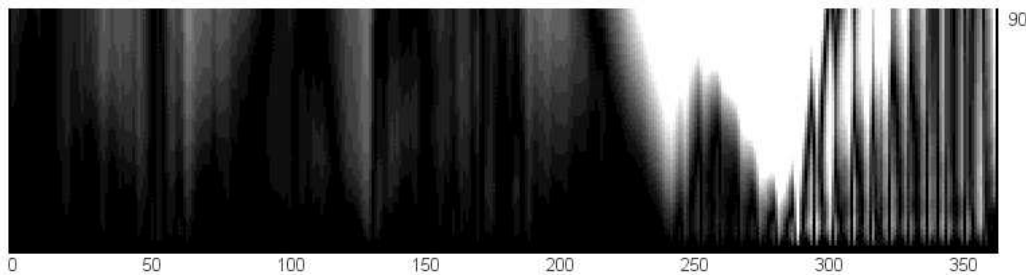


Рис. 29. ΔL -діаграма часового ряду інтенсивності тематичних публікацій (вісь Ox – дні року, вісь Oy – величина вікна вимірів)

На рис. 30 наведена ΔL -діаграма готівкового курсу долара до гривні впродовж 2008 року. Ще наочніше, ніж у випадку застосування вейвлет-аналізу, можна переконатися в тому, що найбільш значні відхилення на діаграмі в цьому випадку наступають із деякою часовою затримкою в порівнянні з діаграмою публікацій щодо кризової тематики.

Запропонований метод візуалізації абсолютних відхилень ΔL , як і метод вейвлет-перетворень, дозволяє (і як показано на прикладі – не гірше) виявляти одиничні та нерегулярні «сплески», різкі зміни значень кількісних показників у різні періоди часу.

Слід зазначити, що метод вейвлет-перетворень може застосовуватися з використанням різноманітних вейвлетів. У випадку застосування ΔL -методу не має потреби вирішувати складну задачу вибору та обґрунтування застосування відповідного вейвлета; на відміну від методів фрактального аналізу запропоно-

ваний підхід не вимагає значних обсягів точок ряду вимірів. Цей метод досить простий щодо програмної реалізації та базується на такій потужній теоретичній основі як DFA. Він виявився досить ефективним при аналізі часових рядів у таких областях, як економіка і соціологія.

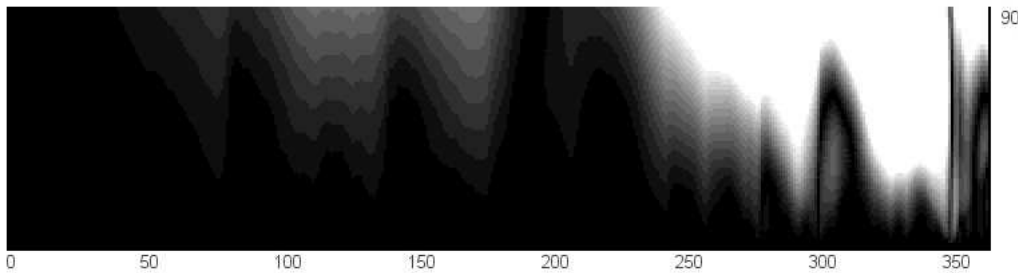


Рис. 30. ΔL -діаграма часового ряду значень готівкових курсів долара в гривнях (вісь OX – дні року, вісь OY – величина вікна вимірів)

Для вивчення поведінки процесів і підтвердження їх самоподібності прийнято використовувати ще один показник – індекс розсіювання дисперсії (IDC), так званий, чинник Фано. Ця величина визначається як відношення дисперсії числа подій (у нашому випадку – числа публікацій) часового ряду на заданому вікні спостережень k до відповідного математичного очікування:

$$F(k) = \sigma^2(k)/m(k).$$

Для самоподібних процесів виконується співвідношення:

$$F(k) = 1 + Ck^{2H-1},$$

де: C і H – константи.

3.4.5. R/S-аналіз – показник Херста

Основною характеристикою рядів, що мають хаотичну поведінку, як відомо, є показник Херста [7]. Для його визначення скористаємося так званим R/S -аналізом, який успішно застосовувався авторами раніше в дослідженнях фрактальної природи наукових комунікацій і інформаційних потоків [135]. Він дозволяє досить ефективно досліджувати властивості числових рядів на основі відношення розкиду значень до середньоквадратичного відхилення.

Сьогодні, у зв'язку з розвитком теорії стохастичних фракталів, стає популярною така характеристика часових рядів як показник Херста (H). У [7] показано, що він пов'язаний з традиційною «клітинною» фрактальною розмірністю (Θ) простим співвідношенням:

$$\Theta = 2 - H. \quad (3.8)$$

Умова, при якій показник Херста пов'язаний з фрактальною «клітинною» розмірністю відповідно до формули (3.8), визначена Е. Федером таким чином: «...розглядають клітинки, розміри яких малі по порівнянню як з тривалістю процесу, так і з діапазоном зміни функції; тому співвідношення справедливе, коли структура кривої, що описує фрактальну функцію, досліджується з високим розділенням, тобто локально». Ще однією важливою умовою є самоафінність функції. Не вдаючись до подробиць, зазначимо, що для інформаційних потоків

ця властивість інтерпретується як самоподібність, що виникає в результаті процесів їх формування. Вказані властивості мають не усі інформаційні потоки, а лише ті, які характеризуються достатньою потужністю і ітеративністю при формуванні. При цьому часові ряди, побудовані на підставі потужних тематичних інформаційних потоків, цілком задовольняють цій умові. Тому при розрахунку показника Херста фактично визначається і такий показник тематичного інформаційного потоку як фрактальна розмірність.

Відомо, що показник Херста є мірою персистентності – схильності процесу до трендів (на відміну від звичайного броунівського руху). Значення $H > 1/2$ означає, що спрямована в певну сторону динаміка процесу у минулому, швидше за все, спричинить продовження руху в тому ж напрямі. Якщо $H < 1/2$, то прогнозується, що процес змінить спрямованість. $H = 1/2$ означає невизначеність – броунівський рух.

Для вивчення фрактальних характеристик тематичних інформаційних потоків вивчалися значення показника Херста за певний період для часових рядів, складених з кількості повідомлень, що відносяться до них. Згідно [7] він визначається із співвідношення:

$$\frac{R}{S} = \left(\frac{N}{2}\right)^H, N \gg 1. \quad (3.9)$$

Тут S – стандартне відхилення:

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (F(n) - \langle F \rangle_N)^2}, \quad (3.10)$$

$$\langle F \rangle_N = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N F(n), \quad (3.11)$$

а R так званий розмах:

$$R(N) = \max_{1 \leq n \leq N} X(n, N) - \min_{1 \leq n \leq N} X(n, N), \quad (3.12)$$

де:

$$X(n, N) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N [F(n) - \langle F \rangle_N]. \quad (3.13)$$

Були проведені дослідження фрактальних властивостей інформаційних потоків, для чого використовувався документальний корпус системи моніторингу новин з Інтернет InfoStream. Розглядалися ряди, що відповідають кількості публікацій в розрізі дат. Для різних тематичних інформаційних потоків з соціально-правової тематики показник H набуває значень 0.75 – 0.85. З огляду на те, що значення H набагато перевищує 1/2, статистика досліджуваного ряду відрізняється від гаусової статистики, виявлена персистентність (існування довготривалих кореляцій, які можуть бути пов'язані з існуванням детермінованого хаосу).

Якщо вважати функцію $F(n)$ самоафінною (це питання вимагає окремого дослідження), то відповідно до [7] функція $F(n)$ має фрактальну розмірність D , що дорівнює $2 - H \approx 1.25 \div 1.15$.

Таким чином, проведені дослідження тематичних інформаційних потоків підтвердили припущення про самоподібність та ітеративність процесів в

інформаційному просторі. Републікації, цитування, прямі посилання і тому подібне породжують самоподібність, що проявляється в стійких статистичних розподілах і відомих емпіричних законах.

В результаті експерименту було підтверджено наявність високого рівня статистичної кореляції в інформаційних потоках на тривалих часових інтервалах.

Аналіз самоподібності інформаційних масивів, таким чином, може розглядатися як технологія, призначена для здійснення аналітичних досліджень з елементами прогнозування, здатна до екстраполяції отриманих залежностей.

4. РЕАЛІЗОВАНІ МОДЕЛІ

Використання методології моделювання соціально-правових явищ, процесів і процедур (у тому числі й інформаційних операцій) за останній час значно розширилося. Створено численні моделі, деякі з яких перелічимо нижче.

До реалізованих апробованих індивідуум-орієнтованих моделей можна віднести, наприклад, описану модель дифузії інновацій [35]. На думку індійських учених, клітинне моделювання дозволяє будувати значно більш реалістичні моделі ринку, ніж традиційні підходи до дослідження дифузії інновацій. Кожен індивід у цій моделі – клітинний автомат, що відповідає клітці, яка може перебувати у двох станах: 1 – новина прийнята; 0 – новина поки ще не прийнята. Головна перевага цього підходу полягає в можливості емпіричної оцінки фактора p – імовірності прийняття новини. Для цього можна використати дані соціологічних опитувань і матеріали фокус-груп. Перевага цього підходу полягає в можливості одержання оцінок необхідної кількості прихильників і їхнього просторового розподілу в початковий момент кампанії.

Ясно, що в запропонованій моделі легко ускладнити формулу розрахунку потенціалу, змінити окіл, ввести в розрахунок випадкові фактори. Урахування географічних особливостей регіону може змусити відмовитися від простих квадратних сіток. Зовсім необов'язковою є уніфікація правил поведінки автоматів. Наприклад, можна для центральних клітинок задати одні правила, а для периферійних – інші. При прийнятті рішень «автомат» може орієнтуватися не тільки на думку своїх сусідів (мікрорівень), але й враховувати макрозмінні (наприклад, загальну кількість прихильників даної позиції). Очевидно, що за умови постачання в клітинку навіть примітивного штучного інтелекту можна досліджувати усе глибші шари соціальної реальності.

Досить перспективним напрямком досліджень є клітинне моделювання процесів кооперації та конкуренції з подальшим застосуванням для прийняття рішень разом з моделями, що базуються на теорії ігор.

4.1. Соціальна технологія витоків WikiLeaks

WikiLeaks – назва, утворена з двох слів, – Wiki і Leak. Перше має відношення до технології (Wikipedia, Wikimedia і тому подібне), друге переводиться як «витік». Найбільший за усю історію витік секретних матеріалів через цю службу буквально перевертає свідомість усього людства, яке вимушено йде до «ери відкритості» [136]. Технічно WikiLeaks не засекречена, проте рівень впливу на решту інформаційного простору – питання, яке залишається досі відкритим. У цьому пункті розглядаються технологічні і змістовні аспекти феномену WikiLeaks, його впливи на інформаційний простір.

Портал WikiLeaks.org спочатку входив в систему wikipedia.org. Тепер, очевидно, це не так. Незважаючи на свою назву, Wikileaks не є вікі-сайтом: читачі, що не мають відповідного дозволу, не можуть міняти його зміст. Після перезапуску проекту в травні 2010 року користувачі втратили можливість брати участь в обговоренні за допомогою функціонала wiki на сайті проекту, а опис проекту

на сайті був виправлений: якщо в 2007 році там говорилося, що WikiLeaks є «Вікіпедією» без цензури, то в 2010 році вже повідомлялося, що WikiLeaks – не «Вікіпедія», і функціональності «Вікіпедії» у проекту нема.

З технічної точки зору WikiLeaks по ідеї творців мала забезпечити:

- 1) можливість редагування матеріалів і розміщення їх на веб-ресурсах;
- 2) децентралізоване зберігання даних при збереженні анонімності їх власників;
- 3) багатоступінчасту анонімну передачу інформації так, щоб проміжні ланки в ланцюзі передачі інформації не знали адрес відправників і адресатів;
- 4) надійне шифрування інформації.

Велика увага при створенні WikiLeaks була приділена захисту ресурсу і забезпеченню анонімності джерел даних. Інформація на сайт поступає як від відомих джерел, так і за допомогою спеціального анонімного електронного ящика. WikiLeaks забезпечує захист анонімності джерел і, за потреби, надає послуги адвоката. Редактори між собою переписуються по зашифрованих каналах зв'язку для захисту даних, що передаються, від перехоплення. Новини не піддаються цензурі, але сайт має право вилучати або затримувати публікацію деяких деталей з оригінальних документів, у зв'язку з об'ємами інформації, що поступає, і мотивами безпеки.

Автори проекту також потурбувалися про запобігання можливому видаленню даних, розміщених на ресурсі. Це досягається за допомогою існування близько трьохсот копій сайтів-дзеркал. WikiLeaks побудований так, щоб після публікації контент відразу ж відображався на декількох сотнях сайтів-дзеркал, внаслідок чого видалити матеріали з сайту стало практично неможливо.

Відповідно, WikiLeaks базується на використанні таких технологій (рис. 31):

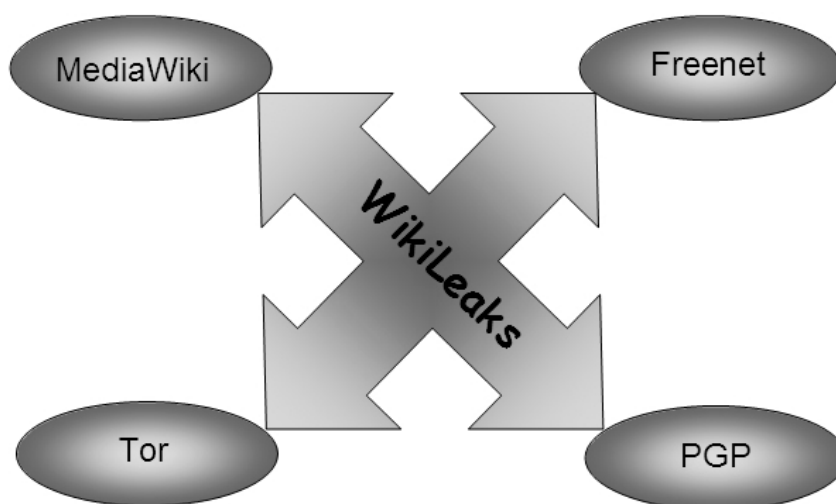


Рис. 31. Основні компоненти технології WikiLeaks

- 1) MediaWiki (основна система управління контентом усіх вики-проектів);
- 2) Freenet (децентралізоване анонімне сховище даних, де ніхто не знає, що зберігає);
- 3) Tor (мережа «цибулевої» маршрутизації);

4) PGP (від англ. абрєвіатури – досить хороше шифрування) – спосіб шифрування інформації.

На кожній з цих технологій зупинимося окремо. Для навігації можливий захищений доступ з використанням захищеного HTTPS – протоколу (протокол передачі гіпертексту з шифруванням).

Важливе значення для будь-якого соціального мережевого проекту має якість, надійність і безпека його розміщення в Інтернеті. Першим хостинг-провайдером для WikiLeaks була компанія PRQ.se, яка надавала хостинг з гарантією того, що розміщений сайт не буде закритий на судову вимогу. Ця ж компанія «хостила» у себе відомий файлообмінний торент-портал The Pirate Bay. У серпні 2010 року WikiLeaks вибрали собі новий хостинг в дата-центрі Pionen, належному Bahnhof ISP, і розташованому в підземному ядерному бункері часів Холодної війни під центром Стокгольма. Проте ще декілька місяців частина файлів проекту зберігалася на PRQ, але в листопаді 2010 року провайдер відключив сервери ресурсу.

Відомо, що WikiLeaks працює на тому ж програмному механізмі, що і популярна веб-енциклопедія Wikipedia, що було обумовлено виключно простотою редагування, а також початковим позиціонуванням проекту.

MediaWiki (МедіаВікі) – це програмний механізм управління контентом веб-сайтів, що працюють за технологією Wiki, що написаний спеціально для Wikipedia і використовується в багатьох інших проектах фонду Wikimedia, приватних і державних організаціях. MediaWiki – це вільне програмне забезпечення, що поширюється на умовах Громадської ліцензії GNU.

MediaWiki написаний на мові програмування PHP і для зберігання даних використовує реляційну базу даних (можна використовувати MySQL, PostgreSQL, SQLite); підтримує використання програм кешування.

MediaWiki надає інтерфейс роботи з множиною веб-сторінок, розмежування прав доступу до адміністрування системи, можливість обробки тексту як у власному форматі, так і у форматах HTML і TeX (для формул), можливість завантаження зображень і інших файлів. При цьому користувачі мають можливість додавати власні нові можливості і програмні інтерфейси.

У MediaWiki передбачений спеціальний інтерфейс прикладного програмування, що забезпечує прямий доступ до інформації з баз даних. Клієнтські програми можуть використовувати API для авторизації, отримання даних і відправки змін. Як приклад програм, що використовують API, можна назвати бібліотеку Pywikipedia для створення wiki-бота (програми для масового завантаження повідомлень в Wikipedia) і програму для внесення напівавтоматичних змін до Вікіпедії AutoWikiBrowser.

Freenet (www.freenetproject.org) – це однорангова мережа, призначена для децентралізованого розподіленого зберігання даних без можливості їх цензури, створена з метою надати користувачам електронну свободу слова шляхом забезпечення їх строгої анонімності. Freenet працює на основі об'єднання до загального фонду (пулінга) наданої користувачами (членами мережі) своєї смуги пропускання і дискового простору своїх комп'ютерів для публікації або отримання з Freenet різної інформації. Freenet використовує різновид маршрутизації за ключо-

чами, подібної на розподілену хеш-таблицю, для визначення місцезнаходження призначених для користувача даних.

Freenet може розглядатися як величезний пристрій зберігання інформації. Коли користувач зберігає файл в цьому пристрої, то отримує ключ, за допомогою якого він може одержати інформацію назад. За пред'явлення Freenet ключа, мережа повертає вам збережений файл (якщо він існує). Це пристрій зберігання даних розподілений по усіх вузлах, підключених до Freenet.

Мережа Freenet зберігає дані і дозволяє витягати їх, подібно до того як це реалізовано в протоколі HTTP. Мережа розроблена для того, щоб зберігати високу живучість при повній анонімності і децентралізації усіх внутрішніх процесів по усій мережі. Система не має центральних серверів і не знаходиться під контролем яких-небудь персон або організацій. Навіть творці Freenet не мають ніякого контролю над усією системою. Збережена інформація шифрується і поширюється по усіх комп'ютерах, що беруть участь в мережі у всьому світі, які анонімні, у великій кількості і постійно обмінюються інформацією. При цьому досить складно визначити, який учасник зберігає цей файл, оскільки вміст кожного файлу зашифрований і може бути розбито на частини, які розподіляються між безліччю різних комп'ютерів.

Tor (The Onion Router) – вільне програмне забезпечення для реалізації так званої «цибулевої маршрутизації» – гібридної анонімної мережі. Система, що дозволяє встановлювати анонімне мережеве з'єднання, захищене від прослуховування, та надає передачу даних в зашифрованому виді.

Система Tor була створена в дослідницькій лабораторії ВМС США. У 2002 році цю розробку вирішили розсекретити, а початкові коди були передані незалежним розробникам, які створили клієнтське програмне забезпечення і опублікували початковий код під вільною ліцензією, щоб усі охочі могли перевірити його на відсутність помилок і програмних закладок.

За допомогою Tor користувачі можуть зберігати анонімність при відвідуванні веб-сайтів, публікації матеріалів, відправці повідомлень і при роботі з іншими застосуваннями, що використовують протоколи Інтернету. Безпека трафіку забезпечується за рахунок використання розподіленої мережі серверів (так званих нодів) – «багатошарових маршрутизаторів» (onion routers). Технологія Tor також забезпечує захист від механізмів аналізу трафіку, які ставлять під загрозу не лише анонімність користувача, але також конфіденційність бізнесових, ділових контактів та ін.

Про підтримку проекту оголосила відома організація із захисту громадянських свобод Electronic Frontier Foundation, яка почала активно пропагувати нову систему і докладати значні зусилля для максимального розширення мережі нодів. Головний сервер проекту існує за підтримки цієї організації. Станом на березень 2010 року мережа включає понад 2100 нодів.

Сфера застосування Tor: Приватні особи використовують Tor для захисту недоторканості приватного життя і діставання доступу до інформації, заблокованою інтернет-цензурою. Правоохоронні органи – для прихованого відвідування веб-сайтів, щоб не залишати при цьому IP-адреси своїх установ в балках

відповідних веб-серверів, а також для забезпечення безпеки співробітників при проведенні спецоперацій. Військові – для збору відомостей з відкритих джерел.

Користувачі мережі Tor запускають onion – проху на своїй машині, це програмне забезпечення підключається до серверів Tor, періодично утворюючи віртуальний ланцюжок крізь мережу Tor, яка використовує криптографію багаторівневим способом (чи багатощаровим: аналогія з цибулею). Кожен пакет, що потрапляє в систему, проходить через три різні проксі-сервери (вузли), які вибираються випадковим чином. Перед відправленням пакет послідовно шифрується трьома ключами: спочатку для третього вузла, потім для другого, і, нарешті, для першого. Коли перший вузол отримує пакет, він розшифровує «верхній» шар шифру (аналогія з тим, як чистять цибулину) і дізнається, куди відправити пакет далі. Другий і третій сервер поступають аналогічним чином.

Усередині мережі Tor трафік перенаправляється від одного маршрутизатора до іншого і остаточно досягає точки виходу, з якої чистий (нешифрований) пакет вже доходить до первинної адреси одержувача (сервера). Трафік від одержувача (сервера) назад прямує в точку виходу мережі Tor.

Забезпечуючи анонімність клієнтів, Tor також може забезпечувати анонімність для серверів. Використовуючи мережу Tor, можливо використовувати сервер таким чином, що його місцезнаходження в мережі буде невідоме. Звичайно, для доступу до прихованих служб Tor повинен також використовуватися і на стороні клієнта.

Таким чином, анонімна цибулева маршрутизація – це коли ланки ланцюжка передачі даних не знають, хто ініціює передачу інформації, і хто її прийме в результаті. Таким чином ці ланки знімають з себе відповідальність за видачу кінцевих вузлів, тому що зробити це вони просто не можуть.

Wikipedia блокує створення облікових записів користувачів, а також редагування статей при використанні Tor. Більшість вузлів Tor, що працюють як ретранслятори, занесені в чорний список IP-адресов з формулюванням «відкритий проксі». Зроблено це з метою перешкодити вандалізму – анонівному руйнуванню сторінок.

PGP (англ. Pretty Good Privacy) – комп'ютерна програма, так само бібліотека функцій, що дозволяє виконувати операції шифрування (кодування) і цифрового підпису повідомлень, файлів і іншої інформації, представлені в електронному вигляді. Вперше розроблена Філіпом Циммерманном в 1991 році.

PGP має безліч реалізацій, сумісних між собою і рядом інших програм (GnuPG, FileCrypt та ін.) завдяки стандарту OpenPGP (RFC 4880), але що мають різний набір функціональних можливостей.

На даний момент не відомо жодного способу зламати шифрування PGP за допомогою повного перебору або уразливості криптоалгоритму. Окрім захисту даних, що передаються по мережі, PGP дозволяє шифрувати пристрої, що запам'ятовують, наприклад, жорсткі диски.

Криптографічна стійкість PGP основана на припущенні, що використовувані алгоритми стійкі до криптоаналізу на сучасному устаткуванні. Наприклад, в оригінальній версії PGP для шифрування ключів сесії використовувався алгоритм RSA, заснований на використанні односторонньої функції

(факторизація). У PGP версії 2 також використовувався алгоритм IDEA, в наступних версіях були додані додаткові алгоритми шифрування. В жодного використовуваного алгоритму нема відомих слабких місць.

Шифрування PGP здійснюється послідовно хешуванням, стискуванням даних, шифруванням з симетричним ключем, і, нарешті, шифруванням з відкритим ключем, причому кожен етап може здійснюватися одним з декількох підтримуваних алгоритмів.

PGP підтримує аутентифікацію і перевірку цілісності за допомогою цифрового підпису. За умовчанням вона використовується спільно з шифруванням, але також може бути застосована і до відкритого тексту. Відправник використовує PGP для створення підпису алгоритмами створення електронного цифрового підпису RSA або DSA. При цьому спочатку створюється хеш відкритого тексту (також відомий як дайджест), потім – цифровий підпис хеша за допомогою закритого ключа відправника.

В цілях зменшення об'єму повідомлень і файлів і, можливо, для ускладнення криптоаналізу PGP стискає дані перед шифруванням.

PGP спочатку розроблялась для шифрування електронної пошти на стороні клієнта, але з 2002 року включає також шифрування жорстких дисків переносних комп'ютерів, файлів і тек, сесій програм миттєвого обміну повідомленням, пакетної передачі файлів, захист файлів і тек на мережевих сховищах, шифрування HTTP запитів і відповідей на стороні сервера і клієнта.

На рис. 32 наведена гістограма динаміки публікацій, в котрих зустрічається термін Wikileaks, отримана за допомогою розробленої в ІЦ ElVisti системи контент-моніторингу новин InfoStream. Динаміка досліджувалась, починаючи з 1 січня 2007 р., практично з того моменту, коли з'явилися перші публікації про діяльність Wikileaks, до кінця січня 2011 р.

WikiLeaks (log)

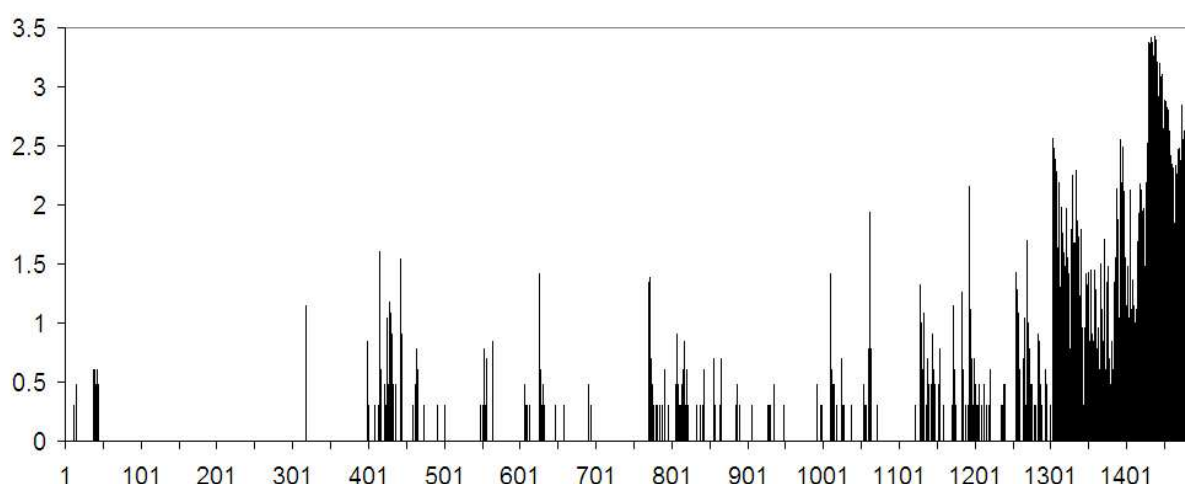


Рис. 32. Динаміка публікацій в RUNet і UANet інформації про Wikileaks. Горизонтальна вісь – порядковий номер дня, вертикальна вісь – значення $\log(N+1)$, де N – кількість публікацій за добу (дані отримані за допомогою системи контент-моніторингу InfoStream)

У таблиці наведена хронологія найчастіше передруковуваних публікацій про Wikileaks в українському і російському сегментах веб-простору. Вибрані фрагменти публікацій, що відповідні локальним максимумам на гістограмі.

№	Дата	Фрагмент повідомлення
1	2007.01.16	<p>Wikileaks: онлайн-енциклопедія дисидентських матеріалів</p> <p>У Інтернеті з'явилася ще одна енциклопедія – Wikileaks. На сторінках проекту публікуватимуться дані, такі, що стали надбанням публіки із-за просочувань урядової інформації, а також їх аналіз.</p> <p>За заявою авторів, матеріали торкатимуться тоталітарних режимів в Азії, країнах колишнього СРСР, Африці і на Близькому Сході. Творцям ресурсу вдалося зібрати більше 1,2 млн. документів у публічних дисидентів і з анонімних джерел. За допомогою освітлення діяльності режимів автори мають намір зробити значний вплив на політичне життя планети.</p> <p>Джерело: CNews.ru http://www.cnews.ru</p>
2	2007.02.08	<p>На Wikileaks публікуватимуть секретні матеріали</p> <p>Протягом найближчих місяців планується відкриття сайту Wikileaks, організованого за зразком і подібності популярної онлайн-енциклопедії Wikipedia, наповнення якої займаються рядові користувачі Мережі. Очікується, що Wikileaks дозволить політичним діячам всього світу «ділитися» державними секретами і іншими урядовими документами різного роду.</p> <p>Творці Wikileaks відмічають, що ресурс створюється не лише для розміщення різноманітної політичної або закритої урядової інформації, але і будь-яких інших даних, які з якихось причин ховаються, але мають бути доступні громадськості. Автори проекту вважають за краще зберігати анонімність, принаймні, до завершення розробки сайту, проте відомо, що одним з натхненників Wikileaks є блоггер Джон Янг, а журналу Time вдалося з'ясувати, що над сайтом також працюють Джеймс Чень і Джуліан Ассанж. На головній сторінці Wikipedia вказане, що в інтернаціональній команді сайту числяться китайські дисиденти, декілька консультантів з Росії, а також тибетські інсургенції.</p> <p>Варто додати, що Wikileaks – не перший онлайн-проект подібного роду. Досить давно в Мережі існують схожі сайти Cruptome і The Smoking Gun, до створення яких також доклали руку Джон Янг.</p> <p>«Компьюлента»</p>
3	2007.11.15	<p>У мережі опубліковані правила утримання ув'язнених в Гуантанамо</p> <p>У мережі Інтернет з'явився текст інструкції для військового персоналу американської військової в'язниці Гуантанамо (Куба), де знаходяться підозрювані в зв'язках з «Аль-Каїдою» і «Талібаном», повідомляє Associated Press.</p> <p>Документ датований 27 березня 2003 року і детально описує усі аспекти змісту ув'язнених. За повідомленням агентства, правила були опубліковані на сайті Wikileaks.org.</p> <p>Lenta.Ru</p>
4	2008.02.19	<p>Суд закрив збірку компромату Wikileaks.org</p> <p>За рішенням суду Каліфорнії, в понеділок був закритий сайт Wikileaks.org, на якому публікувалися урядові і корпоративні документи, повідомляє BBC News.</p>

№	Дата	Фрагмент повідомлення
		<p>Такий вердикт був винесений судом в результаті розгляду позову швейцарського банку Julius Baer. Позовна заява була подана Julius Baer після того, як на сайті Wikileaks.org з'явилися «декілька сотень» документів, що стосуються офшорної діяльності банку. Lenta.Ru</p>
5	2008.07.17	<p>Куба підключиться до Інтернету через Венесуелу У лютому цього року Рауль Кастро підписав постанову, згідно з якою місцеві жителі отримали право на придбання власного комп'ютера, стільникового телефону і іншої електроніки, яка раніше була недоступна. На скандально відомому сайті Wikileaks опублікований документ, що свідчить про те, що Куба дістане доступ в Глобальну мережу в обхід США, – через Венесуелу. Відповідна двостороння угода була підписана між Кубою і Венесуелою ще в 2006 р., проте ніякого офіційного анонса сторони не зробили. Джерела Wikileaks стверджують, що копія документу, розміщена на сайті, не є підробкою і була верифікована як з венесуельського, так і з кубинського боку. newsland.ru</p>
6	2008.09.18	<p>Хакери зламали пошту Сари Пейлін Електронна поштова скринька кандидата у віце-президенти США Сари Пейлін, був учора зламаний, а його вміст прямо відправився на скандально відомий сайт Wikileaks. Окрім того, що зломщики розмістили на Wikileaks вміст більшості листів, вони також оприлюднили пару сімейних фото, контакт-лист Пейлін і деякі документи, які вона зберігала в нещасливому ящику. Фокус</p>
7	2009.03.18	<p>Австралійці внесли WikiLeaks до чорного списку сайтів Австралійська комісія із засобів масової інформації і комунікацій (АСМА) включила в чорний список сайтів, доступ на яких повинні будуть блокувати провайдери країни, декілька сторінок ресурсу WikiLeaks, повідомляє The Sydney Morning Herald. WikiLeaks потрапив в чорний список після того, як опублікував у кінці 2008 року список сайтів, доступ до яких блокується данськими провайдерами. Всього в цьому списку присутньо більше 3,5 тисяч ресурсів. Нині в австралійський чорний список входить 1370 сайтів. За даними The Sydney Morning Herald, він може бути розширений до десяти тисяч ресурсів. Lenta.Ru</p>
8	2009.10.06	<p>У Британії оприлюднили інструкцію спецслужб по зберіганню секретів Міністерство оборони Великобританії опинилося в делікатній ситуації після того, як рекомендації його експертів по зберіганню військових секретів потрапили в інтернет. Як повідомляє газета Daily Telegraph, цей витік даних, таких, що містять, зокрема, наполегливі заклики остерегатися представників російських і китайських спецслужб, сталася завдяки журналістам, що займаються розслідуваннями, і «представникам громадськості, що цікавляться». Матеріали розміщені на сайті Wikileaks, який виступає за свободу інформації. У великому, тритомному керівництві на 560 тисяч слів «для службового користування» британське міністерство оборони також детально розповідає, як протистояти погрозам «підривних і терористичних</p>

№	Дата	Фрагмент повідомлення
		організацій». Подробиці
9	2009.11.26	<p>У Мережу виклали архів повідомлень на пейджер в день терактів 9/11</p> <p>Веб-сайт Wikileaks почав викладати у вільний доступ архів з 500 тис. перехоплених повідомлень на пейджер, відправлених в день терактів 11 вересня.</p> <p>Wikileaks, популярний відкритий ресурс, на якому публікується різний компромат і витoki документів, почав викладати у вільний доступ близько 500 тис. перехоплених повідомлень на пейджер в період 24-го годинника з 11 вересня 2001 року, в день терористичних атак в Нью-Йорку.</p> <p>Vnews.com.ua</p>
10	2010.02.01	<p>Сайт Wikileaks закривається через фінансові проблеми</p> <p>Скандално відомий сайт Wikileaks.org, що публікує різні непублічні документи, закриті корпоративні і державні відомості, повідомив про припинення своєї роботи через фінансові проблеми адміністрації сайту.</p> <p>Адміністрація сайту повідомляє, що для забезпечення нормальної роботи проекту в рік потрібно близько 600 000 доларів, проте доки вдалося залучити лише 130 000 доларів. Цих засобів досить лише на оплату послуг інтернет-хостингу, устаткування і оплати всього однієї-двох осіб, що працюють над проектом.</p> <p>cybersecurity.ru</p>
11	2010.04.06	<p>Обнародовано відео розстрілу мирних іракців</p> <p>У Мережі з'явився відеозапис, зроблений під час однієї з бойових операцій сил США в Багдаді в 2007 році. На кадрах, зроблених з вертольота Apache, видно, як пілоти розстрілюють з гармат групу іракців, прийнявши камеру кореспондента агентства Reuters за автомат, а потім розстрілюють мікроавтобус, в якому знаходилися діти. Після розслідування інциденту ніхто не поніс відповідальності. Представники командування США покладають провину на співробітників агентства.</p> <p>Інтернет-ресурс WikiLeaks, що спеціалізується на пошуку і розміщенні викриваючої інформації, опублікував відео, на якому збережені сцени розстрілу військовослужбовцями США цивільного населення в Іраку, повідомляє Associated Press. Матеріали, говориться в прес-релізі WikiLeaks, були отримані з різних неназваних джерел.</p> <p>RT.KORR</p>
12	2010.06.21	<p>Для компромату знайшли притулок</p> <p>Законопроект, який дає повну свободу компромату і секретній інформації на території Ісландії, отримав повну підтримку в парламенті. Проти нього не висловився жоден депутат.</p> <p>Документ фактично створювався під американський ресурс Wikileaks, який публікує політичний і корпоративний компромат, тобто закриті матеріали, які «зливають» власникам сайту чиновники і співробітники компаній. Цей же сайт і стане першим клієнтом Ісландії.</p> <p>Metro Russia</p>
13	2010.07.26	<p>Тисячі страшних таємниць Пентагону викладуть в Мережу</p> <p>«Документи, що «витекли», містять, разом з раніше відомими, нові дані про дії коаліції в Афганістані, зокрема, про загибель в результаті цих дій мирних афганців.» Творець інтернет-ресурсу Wikileaks Джуліан Ассанж (Julian Assange) заявив, що в його розпорядженні є ще близько 15</p>

№	Дата	Фрагмент повідомлення
		тисяч документів, що стосуються міжнародної військової операції в Афганістані, і він має намір незабаром опублікувати їх, повідомляє Associated Press. 25 липня Wikileaks опублікував близько 91 тисячі документів по цій темі, багато хто з яких є секретним. NovoNews.lv
14	2010.08.21	<p>С засновника сайту WikiLeaks зняті звинувачення в зґвалтуванні Прокуратура Швеції зняла звинувачення в зґвалтуванні із засновника і керівника сайту WikiLeaks Джуліана Ассанжа. Про це 21 серпня заявила головний прокурор Швеції Єва Фінне.</p> <p>Ассанж, що є громадянином Австралії, приїжджав в Швецію в середині серпня через те, що саме в цій країні розташовані сервери сайту WikiLeaks, що спеціалізується на пошуку і публікації приховуваних і секретних відомостей.</p> <p>Сам Ассанж відкинув ці звинувачення. Крім того, він виразив серйозну стурбованість тим, що ці звинувачення з'явилися під час скандалу з публікацією на його сайті т. н. афганського дос'є Міноборони США. Voice of America</p>
15	2010.10.23	<p>WikiLeaks оприлюднив понад 390 тис. секретних звіту про операції США в Іраку У Інтернеті з'явилася чергова порція секретних документів про наслідки операцій США в Іраку. Іракське дос'є, розсекречене сайтом WikiLeaks, – це 391 832 військові звіти про безсторонні деталі американської компанії. Документи охоплюють період з 2004 по 2009 рік. REGNUM</p>
16	2010.11.29	<p>WikiLeaks влаштував 11 вересня для світової дипломатії WikiLeaks особливо «страшних» секретів не розбовтала, але ефект від обнародування закулісся американської дипломатії вже порівнюють з наслідками терактів 11 вересня 2001 року. Очікується, що тепер послідує відставка і відгук дипломатів, що дозволили собі недипломатичні висловлювання на адресу світових лідерів.</p> <p>Конгресмен і член Комітету у справах нацбезпеки США Пітер Кінг призвав внести WikiLeaks до розряду терористичних організацій, а канцелярія прем'єра Великобританії розповсюдила таку заяву: «Це несанкціоноване поширення інформації підриває національну безпеку». Сьогодні</p>
17	2010.12.15	<p>Лондонський суд вирішив звільнити під заставу Джуліана Ассанджа ВЕЛИКОБРИТАНІЯ Лондонський суд вирішив звільнити під заставу засновника сайту WikiLeaks Джуліана Ассанджа, якого в Швеції підозрюють в злочинах сексуального характеру. Сума застави склала 200 тис. фунтів. Крім того, за засновника сайту WikiLeaks поручилися дві людини, кожен з яких додатково вніс 20 тис. фунтів. ВПС</p>

Здавалося б, наведена динаміка свідчить про неухильне, постійне зростання популярності публікацій про WikiLeaks, проте при найближчому розгляді виявляється, що насправді листопадові події, пов'язані з WikiLeaks, – типова інформаційна операція, просто з досить тривалим періодом підготовки. На рис. 33 представлена деталізована гістограма, отримана за тією ж технологією за короткий проміжок часу (листопад 2010 р. – січень 2011 р.).

WikiLeaks 2010.11-2011.01

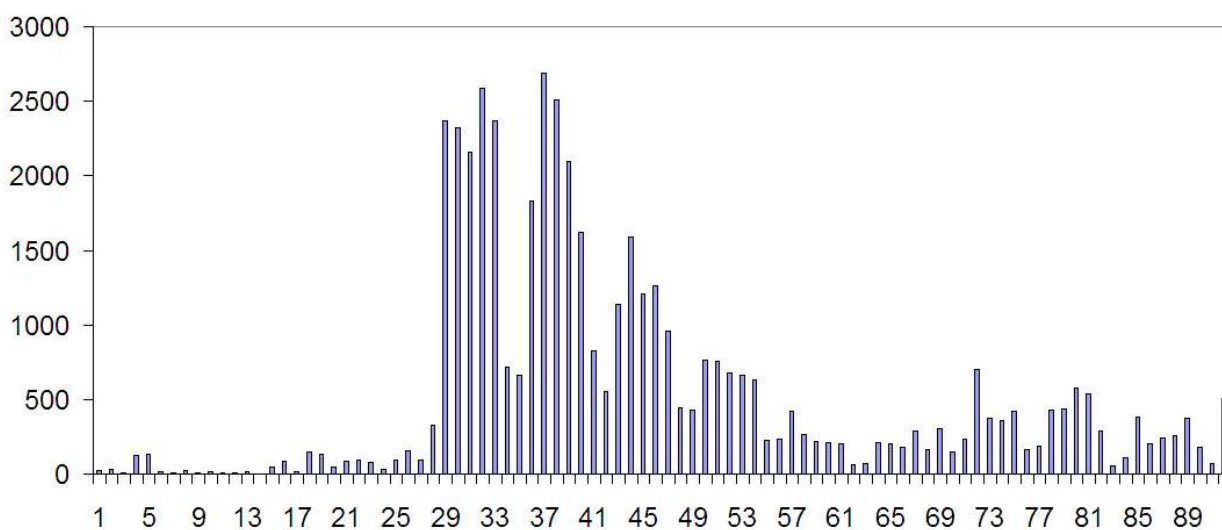


Рис. 33. Динаміка публікацій в RUNet і UANet інформації про Wikileaks за три місяці. Горизонтальна вісь – порядковий номер дня, вертикальна вісь – кількість публікацій за добу

Аналіз показує, що WikiLeaks, що виникла як маловідома служба, досягла свого максимуму 3% новинного інформаційного простору в листопаді-грудні 2010 року, потім стабілізувалася на рівні 0,5%, і увійшла в наше життя, як один з передвісників відкритого інформаційного суспільства. Служба WikiLeaks стала щонайпотужнішим майданчиком для здійснення безлічі подібних інформаційних операцій.

Сьогодні здається природним являється прагнення суспільства мати максимум інформації з усіх питань управління держави, а державного апарату – про громадян при мінімізації наданні інформації для самих громадян (особливо в частині реалізації класового аспекту суті держави). Ця теза дозволяє зробити деякі попередні висновки:

1. Сталася перша серйозна спроба інформаційного обмеження класового аспекту суті держави з одночасним розширенням інформаційної складової загальносоціального аспекту. Світова спільнота впритул наблизилася до побудови якісно нового інформаційного простору, інформаційних взаємин в яких межі «закритості», «секретності», «конфіденційності» інформації істотно звужуються. Проте при цьому необхідно враховувати, що процес «перерозподілу» інформаційних складових між обома аспектами суті держави (класового і загальносоціального) на певному етапі може мати зовсім не безболісний характер як для суспільства, так і для держави. Останні події, які відбуваються в Тунісі, Єгипті, Йємені, Судані підтверджують цю тезу.

2. Проект WikiLeaks, без сумніву, є майданчиком для проведення ретельно підготовлених і чітко реалізованих інформаційних операцій в глобальному масштабі із завданням «точкових ударів» (одна з інформаційних операцій – в листопаді-грудні 2010 р. наведена на рис. 33). (Під поняттям «Інформаційна

операція» ми розуміємо заздалегідь сплановані психологічні дії, спрямовані на ворожу, дружню або нейтральну аудиторію засобами впливу на установку та поведінка з метою досягнення політичних або військових переваг. Як правило, інформаційні операції здійснюються з метою пропаганди ідей масованого впливу на громадську думку, а також вивчення реакції міжнародного співтовариства на ті або інші прогнозовані рішення). Проте, поки не зрозумілі кінцева мета і завдання, а також об'єкти наступних операцій. Вперше за всю історію існування людства, за порівняно короткий період часу, стався такий масований «витік» і публікація в загальнодоступних джерелах інформації «закритої» і «конфіденційної» інформації.

Інформаційна операція завжди має два основні аспекти: технологічний і ідеологічний. Мабуть, у випадку з проектом WikiLeaks суспільство має справу з технологічним майданчиком (середовищем) для реалізації ідеологічних аспектів інформаційних операцій, що спрямовані на ідеологічну обробку населення, призводять до нестабільних політичних ситуацій, дезорієнтації населення і створення паніки. Фахівці давно вже знають, що навіть незначний «організований витік» інформації з метою забезпечення тієї або іншої операції призводить до істотних матеріальних наслідків і забезпечення інтересів розвиненіших країн. Крім того, масований вплив на громадську думку призводить до спокійнішого сприйняття агресивних кроків, аж до військових дій.

Первинні цілі, які були задекларовані на початковому етапі розробки і реалізації проекту Wikileaks, досягнуті. Більше мільйона вже опублікованих на порталі Wikileaks секретних матеріалів (скільки буде ще опубліковано – нікому не відомо, навіть «батькам-засновникам») привернули найпильнішу увагу світової громадськості, в першу чергу, інших інтернет-ресурсів. Наведений авторами аналіз часових рядів публікацій про WikiLeaks дозволив виявити властивість персистентності, тобто великої кореляційної залежності наступних і попередніх значень. Це дає можливість прогнозувати (чисто математично, без врахування реальних подій, наприклад, арешту або можливого зникнення Ассанжа) те, що тренд інтенсивності публікацій зберігатиметься.

3. З появою порталу Wikileaks значно збільшився вплив інтернет-простору на практично усі сторони життя як окремо взятої країни, так усієї світової спільноти.

Заради справедливості необхідно зазначити, що з самого початку реалізації проекту Wikileaks його творці ставили завдання розміщення не лише різноманітної політичної або закритої урядової інформації, але і будь-яких інших даних, які з певних причин приховуються, але мають бути доступні громадськості. І це їм вдалося. Можна чекати стрімкої появи «послідовників» ідеології цього інтернет-ресурсу і, в першу чергу, на регіональних рівнях, тим паче, що сам WikiLeaks – не перший онлайн-проект такого типу. Досить давно в Мережі з'явилися подібні сайти Cryptome і The Smoking Gun. 6 грудня 2010 року Піратська партія Росії запустила споріднений проект в зоні .рф. І це тільки початок. Єдине, що може стримувати цей процес – фінансове забезпечення.

Цей процес має як позитивні, так і негативні сторони. З одного боку, зроблений дуже серйозний крок у напрямі контролю діяльності політиків, представників силових структур, фінансових магнатів громадськістю, суспільством. А з іншого боку, хто поручиться, що услід за зливом з WikiLeaks або йому подібних веб-ресурсів не послідує черга аналогічних правдоподібних, але вже цілеспрямовано сфабрикованих потоків? Подібним способом цілком може бути розповсюджена будь-яка інформація, у тому числі і «належним чином спрямована і вивірена». І багато хто повірить. А за фальшзливом можуть послідувати і конкретні дії в геополітиці, регіональній і державній політиці або окремих їх аспектах.

4. Слід чекати прискорення якісно нового розвитку інформаційних технологій як в області забезпечення загальнодоступності інформації (незважаючи на всякого роду «грифи», спроб захисту закритої і конфіденційної інформації від витоків і, тим більше, масового поширення), так і в області її захисту. Ця боротьба здійснюватиметься на усіх можливих рівнях законодавчому, адміністративному, технологічному.

4.2. Моделювання переваг груп людей

У якості ілюстрації застосування багатоагентних систем розглянемо модель – Аксельрода та Хаммонда [137]. У відповідності до цієї моделі досліджувалися переваги груп людей. При цьому спочатку передбачалося, що групи розрізняються тільки за етнічною приналежністю. Однак, побудована модель може також враховувати будь-які інші типи відмінностей, у яких індивідуальне членство в групі є явним і стійким.

У моделі Аксельрода-Хаммонда агент – це індивід. Кожен агент «розфарбовується», що може інтерпретуватися як його етнічна приналежність або інша ознака членства в групі. Кожен агент також має стратегію, що складається із двох частин. Перша частина стратегії визначає, співробітничает чи ні агент із сусідом, що «розфарбований» у ті ж кольори. Друга частина стратегії агента визначає, чи співробітничает агент із сусідом, що «розфарбований» в інший колір. Як і у всіх багатоагентних моделях, спочатку встановлюються правила взаємодії агентів, а потім застосовується комп'ютерне моделювання для того, щоб простежити історію еволюції. Перш за все мета проекту полягала в тому, щоб зрозуміти умови, за яких населення в кінцевому результаті поставить при владі таких людей, які будуть піклуватися лише про членів власної групи, і відмовляться надавати допомогу членами інших груп.

Тому що мета моделі була евристичною, головний критерій проекту, а також опис моделі були простими. Розглядається поле 50×50 клітинок, кожна з яких має 4 сусідів – окіл фон Неймана. У цій моделі агенти можуть також інтерпретуватися як невеликі групи сімейств типу сіл з тільки однією етнічною приналежністю. Розглядається 2000 кроків ітерації, за яких можуть виконуватися наступні дії:

1. Імміграція. Агент з випадковими генами, який іммігрує, з'являється на випадковій порожній ділянці.

Агент має три гени:

- ознака: одна з чотирьох кольорів;
- вибір при зустрічі агента з тими ж кольорами: допомога, чи ні;
- вибір при зустрічі агента з іншими кольорами: допомога, чи ні.

2. Взаємодія. Кожен агент починає період з потенціалом відтворення (PTR) = 12 %. Суміжна пара агентів вирішує «однокрокову дилему ув'язненого»:

- якщо агент надає допомогу: PTR зменшується на 1 % ;
- якщо агент одержує допомогу: PTR збільшується на 3 % .

3. Відтворення. Довільним чином, кожен агент із імовірністю PTR може відтворюватись у суміжну порожню клітинку, якщо вона доступна, з мутацією/геном = 0.5 %.

4. Смерть. Кожен агент має 10-и процентний шанс померти.

Один з результатів, отриманий у результаті аналізу роботи моделі, показав те, що, найчастіше здатність агентів розрізняти коло осіб зі спільними інтересами і групами веде до більш високого рівня співробітництва ніж тоді, коли б агенти «страждали дальтонізмом».

При застосування моделі для вирішення реальних проблем Аксельрод і Хаммонд ініціювали її простір, враховуючи географічні та історичні дані Середньої Азії. Для цього використовувалася карта розподілу етнічних груп, які «прив'язувались» до карти моделі. Модель застосовувалась в тих місцях, де очікувалися етнічні конфлікти. Так як модель дуже проста, не очікувалась висока точність в її «прогнозах», однак вона становить певний інтерес за ідентифікації деяких потенційних зон конфліктів.

Відома адаптація наведеної моделі для дослідження деяких аспектів сучасності, наприклад, динаміки росту кількості засобів масової інформації. Це можна зробити шляхом додавання до моделі механізму, який дозволяє враховувати вплив на агента та його сусідів ЗМІ різного радіусу дії. За допомогою такої моделі можна з'ясувати, чи стануть провінційні ЗМІ досить сильними, щоб кинути виклик пануванню загальнонаціональних ЗМІ.

За допомогою запропонованої моделі можна було також досліджувати потенційні ефекти множинних і кроскультурних зв'язків, типу багатих/бідних, міських/сільських, християнських/мусульманських розходжень.

4.3. Моделювання політики закритих режимів

На думку розробників моделі політики закритих режимів [138], багато центрально-азіатських держав є авторитарними, тому розуміння політики в межах маленької правлячої еліти важливе для того, щоб зрозуміти, що уряд міг би зробити в певній ситуації. Модель закритих режимів була створена на основі багатоагентного підходу. У якості агентів розглядалися члени політичної еліти деякого закритого режиму. Модель має розвинутий користувальницький інтерфейс, що дозволяє аналітикові експериментувати з його допомогою.

У рамках моделі розглядається декілька типів політичних лідерів і відповідно декілька типів їхньої поведінки, наприклад, схильність або не схильність до ризику. Визначальною характеристикою агентів у даній моделі є

їхній потенціал (повноваження), що може змінюватися або захоплюватися лідируючими агентами. Несхильні до ризику лідери розташовуються на полі моделювання таким чином, щоб замічати інших потужних агентів, що представляють загрозу їхнім повноваженням. У результаті цього вони понижують у ранзі агентів, чия влада перевищує певний граничний рівень. Під час експериментів автори дійшли висновку, що якщо агент має повноту влади, не меншу 75 % від влади лідера, то лідер буде намагатися скоротити повноваження агента до рівня, який не перевищує 50 % від його влади. У результаті такого «зниження» повноважень агента лідер приймає ці повноваження на себе, підвищуючи свій потенціал.

Закриті політичні режими мають одну з ознак складної системи: одержані результати важко пояснити або простежити, орієнтуючись тільки на початкові дані. Зокрема, дії лідерів часто здаються незрозумілими, непередбачуваними або навіть нелогічними. Динамічні властивості таких систем не укладаються в рамки звичайних аналітичних методів. Ці властивості базуються на замкнутій природі розглянутих режимів і різнорідності елементів, що входять до них. Стандартні статистичні, динамічні або теоретико-ігрові підходи в цьому випадку малоприматні. Разом з тим, багатоагентне моделювання дає цілком реалістичні результати.

4.4. Моделювання процесів формування націй, об'єднання територій

На даний час визначення колективної ідентичності є дуже актуальною задачею для багатьох регіонів світу, зокрема, для Середній Азії. Із самоідентифікацією пов'язані переваги індивідуумів, те як індивідууми бачать себе. Наприклад, індивідуум може характеризуватись такими «конкуруючими» властивостями як ісламський фундаменталізм, громадянин країни або старший у племені. Важливо знати, які це властивості (альтернативи або доповнення) та їх «вагові значення» (важливі або мінімальні). Іан Лустік [139] вивчив фактори, які утворюють особисту ідентичність та встановив значення відповідних процесів, побудував багатоагентну модель колективного формування ідентичності. Дана модель базується на аналізі наборів властивостей агентів, які розташовуються і взаємодіють один з одним у двовимірному просторі. У рамках даної моделі агенти можуть мати різні повноваження впливу на сусідів і різний діапазон можливих властивостей. У рамках моделі також досліджується ефект ексклюзивності властивостей окремих агентів – індивідуумів.

Ларс-Ерік Сидерман у 1995 році побудував багатоагентну двовимірну модель розвитку конкуруючих груп індивідуумів до національної єдності [140], яка розвивається активно і в даний цей час. Розглядається перехід від комунальної ідентичності – до транскомунальної – національної. Дана модель досліджує відносини периферії і центру, ефект політичної мобілізації, взаємодію між матеріальними та культурними факторами. Крім багатоагентної моделі (і на основі її використання) побудована також аналітична модель – система рівнянь для моделювання цієї ж проблеми.

У роботі [141] представлена багатоагентна модель, що дозволяє передбачити можливість об'єднання різних груп населення (на будь-якому рівні, наприклад, націй або релігійних груп). Розглядається модель формування об'єднань на двох рівнях: міжнаціональному і внутрішньонаціональному. Такі об'єднання могли б набувати форми традиційних союзів щодо забезпечення безпеки, однак, найчастіше міжнаціональні об'єднання не є тривалими та сильними.

Об'єднання на внутрішньонаціональному рівні також важливі, наприклад, деякі місцеві лідери об'єднуються, щоб одержати вирішальний вплив на політичному рівні. Крім того, об'єднання між транснаціональними групами, що працюють у сферах діяльності (наприклад, між виробниками наркотиків або між лідерами ісламських організацій) можуть мати вирішальний вплив на політику та стабільність однієї або багатьох країн.

Так звана «пейзажна теорія» агрегації базується на ідеї згладжування протиріч між групами агентів, на їхніх можливостях мінімізувати розбіжності з метою протидії загальному супротивникові. Модель базується на урахуванні енергетичного потенціалу окремих агентів і всієї системи (пейзажу). Об'єднання груп агентів призводять до локального мінімуму енергії всієї системи. Дана модель була апробована для двох випадків: об'єднання сімнадцяти європейських націй у Другій світовій війні та членства в конкуруючих союзах дев'яти комп'ютерних фірм, щоб установити норми для комп'ютерних операційних систем типу Unix. Дана теорія може застосовуватися для побудови коаліцій політичних партій у парламентах, ліквідації розколів у окремих державах та організаційних структурах.

Модель асиміляційної динаміки була розроблена консалтинговою компанією Decisio Con-sulting [142] для альянсу великих корпорацій Synthesis Alliance. За опублікованими даними Американського бюро перепису населення (US Census), іспаномовне населення стало найбільшою за розміром національною меншиною в США. У представленій моделі за допомогою імітаційного моделювання досліджувалися структурні складові, які формують характеристики цієї групи.

У представленій роботі наведена модель іспаномовної групи, рівень асиміляції якої з основним населенням динамічно змінювався залежно від індивідуального вибору. Модель застосовує як багатоагентний, так і системно-динамічний підхід. У рамках моделі іспаномовна група розглядається на рівні індивідуумів – агентів. Кожен агент приймає рішення залежно від свого поточного стану та зовнішнього середовища. Поняття «іспаномовність», «асимільованість» визначені в культурних атрибутах особистості та проявляються через міграцію, вибір сусідства та інші механізми. Деякі компоненти стану агента представлені в дискретній формі, деякі – неперервні змінні, що характеризують накопичення та втрату агентом культурних атрибутів. Також визначені глобальні структури зворотних зв'язків, які в кінцевому результаті визначають поведінку на індивідуальному рівні.

Наведена модель допомагає побачити, що система має досить складну динаміку, зокрема з'являються тимчасово стабільні сегменти усередині

іспаномовної групи. Методи, що застосовані в цій моделі, природно, можуть бути використані також в інших дослідженнях соціальної динаміки.

В країнах з обмеженими сільськогосподарськими ресурсами, конкуренція в боротьбі за землю та воду може бути дуже інтенсивною. Підставами для цієї боротьби можуть бути племінні, етнічні, релігійні або національні інтереси. Багатоагентна модель боротьби за територію, представлена на географічних картах, побудована на основі правил, запропонованих у 2003 році [143].

4.5. Моделювання насильства, повстань та їх придушення

В багатоагентних моделях, показаних у дисертаційному дослідженні Раві Бхавнані [144], розглядаються випадки, коли одна етнічна/ релігійна група нападає та знищує членів іншої групи такого ж типу. Існуючі приклади – мусульмансько-індуські бунти, які відбуваються в великій кількості індійських міст, різанина в Руанді та Бурунді, «етнічні чистки» в колишній Югославії. Дані моделі призначені для вивчення динаміки подібних видів соціального (комунального) насильства. При цьому, перша модель має справу з динамікою мобілізації в межах однієї країни типу Бурунді. Друга модель дозволяє оцінювати імовірність того, як соціальне насильство в одній країні може вплинути на соціальне насильство в сусідніх країнах.

Дж. Епштейн побудував дві зв'язані багатоагентні моделі, які імітують придушення насильства в межах націй [145]. Перша модель охоплює динаміку дій центрального уряду, що пробує придушити децентралізоване повстання. Друга – динаміку дій уряду, що пробує придушити насильство між двома етнічними групами. В обох моделях розглядаються дві категорії акторів (агентів) – «прості агенти» – представники населення, які можуть бути активно непокірливими або ні, і «поліцейські» – сили центральної влади, які шукають та заарештовують активно непокірливих агентів. Прості агенти мають досить гомогенні властивості та функціонують з урахуванням двох основних параметрів «рівнем потреби» H і «рівнем законності». Сама по собі нужда не викликає активної непокори. Автори моделі відзначали, що ще в російському революційному журналі «Народна Воля» було вказано таке: «Ніяке село ніколи не повставало просто тому, що хотілося їсти». Другий параметр L означає сприйняття населенням законності режиму. Обидва параметри приймають значення з інтервалу $[0,1]$, а загальний критерій готовності до непокори визначається як їхній добуток: $G = H(1 - L)$.

Агент має можливість бачити своє найближче оточення, поле моделі – це двовимірна сітка, відповідно, кожен агент бачить деяку кількість найближчих сусідів, розташованих на півночі, півдні, сході і заході.

На поведінку агентів впливає рівень ризику бути арештованими у випадку приєднання до повстання. Цей ризик оцінюється як функція від кількості активних (непокірливих) A і поліцейських C – найближчих сусідів:

$$P = 1 - \exp(kC / A),$$

де: k – деяка постійна.

Крім того, в остаточному критерії «активізації» агента використовується параметр J – тюремний термін за заколот. У результаті, якщо для агента зна-

чення різниці $G - PJ^\alpha$ (α – деяка константа, що обирається для моделі) перевищує деякий поріг, він переходить до активного стану.

Правила функціонування поліцейських у цій моделі набагато більш простіші, ніж правила простих агентів. Кожний поліцейський також має можливість бачити деяку кількість найближчих сусідів у чотирьох напрямках сітки. При огляді доступної для нього частини сітки поліцейський заарештовує випадкового активного агента. У розглянутій моделі поліцейські ніколи не переходять на бік революції.

У результаті багатоагентного моделювання автори зробили ще один крок до розуміння складної динаміки повстань і міжетнічного насильства, що, у свою чергу, може забезпечити більш ефективну політику при вирішенні подібних проблем.

Сюзанна Ломанн у 1994 р. побудувала багатоагентну модель, за допомогою якої досліджується умови, за яких антиурядові демонстрації переростають у революції [146]. Модель базувалася на реальному прикладі – зростанні щотижневих демонстрацій у Лейпцігу, що сприяло поваленню НДР у 1991 році. Ця модель, як і описана вище, будується на імовірнісних оцінках ризику бути арештованим, а також на тому, яка кількість людей брала участь у демонстрації минулого разу. Результат моделювання показав, що “інформаційний каскад” може стати настільки великим, тобто включати таку кількість людей, що переконає інших у тому, що ризики демонстрації для них є досить низькими, у можливості приєднатися до наступного раунду. Для вирішення цієї задачі також була запропонована й аналітична модель.

4.6. Модель боротьби з корупцією

Корупція підриває законність і владу в державі, перешкоджає економічному розвитку. Небезпека наркобізнесу та контрабанди в багатьох країнах Азії також обумовлює важливість боротьби з корупцією, як проблеми міжнародної безпеки. Р. Хаммонд у 2000 році побудував багатоагентну модель боротьби з корупцією [143, 147]. Модель розглядає в якості агентів людей, які можуть підкуповувати посадових осіб, і поліцію, яка може застосовувати розноманітні тактики, щоб придушити хабарництво. Посадові особи можуть перебувати у двох станах – корумпованому (C) і некорумпованому (NC).

Робочим полем моделі є статична мережа обраного розміру. Зміст мережі (кількість і стани агентів) вибирається випадково при ініціалізації моделі. Кожен агент збирає інформацію щодо свого оточення, що є важливим для визначення його поведінки. У кожного агента також є пам'ять про минулі взаємодії, у якій зберігаються стратегії, обрані супротивником у кожній з останніх n взаємодій. Крім того, в агента (бюрократа) є вроджена схильність до корупції або до чесності (десяткові числа між 0 та 1). Ця схильність випадковим чином розподілена серед агентів.

Під час гри – тобто функціонування моделі, коли обидва гравці (бюрократ і громадянин) переходять у стан «корупція», вони можуть успішно здійснити змову. Схильність до чесності при цьому використовується з метою обчислити

розміри “моральної ціни”, що платить чесніший агент, який вибирає корумповану стратегію.

На думку розробників моделі, її результати обґрунтовують твердження щодо можливостей спонтанного переходу до некорумпованого стану за скінченний час (за досить велику кількість тактів моделі) без залучення зовнішніх впливів.

4.7. Колективний розум на біржі

Висновок про існування «колективного розуму» зробила група учених, що спостерігала за поведінкою учасників торгів – трейдери, синхронізуючі свої рішення з іншими учасниками торгів, до кінця дня частіше залишаються у виграші в порівнянні з тими, хто діє не оглядаючись на інших (робота дослідників опублікована в журналі *Proceedings of the National Academy of Sciences*, а коротко про неї пише портал *Science News*).

Були проаналізовані торговельні операції, що проводяться 66 трейдерами на біржі протягом півтора років. В цілому, учені розглянули більше мільйона угод. Багато трейдерів постійно спілкуються між собою – наприклад, шляхом передачі повідомлень за допомогою різних сервісів по обміну миттєвими повідомленнями.

Основний пік обміну такими повідомленнями спостерігається в період від декількох секунд до декількох хвилин після появи якої-небудь інформації, здатної вплинути на зміну цін акцій. Більше того, виявилось, що трейдери, що взаємодіють з колегами і приймають рішення, які вибирає більшість, отримують прибуток, в середньому, в 55 відсотках угод (в деяких випадках цей показник зростав до 60 відсотків).

ПІСЛЯМОВА

Моделювання та аналіз соціально-правових процесів є необхідною компонентою як для планування і прогнозування будь-яких соціальних явищ або процедур, так і для вивчення їхніх наслідків.

В даний час завдання у інформаційній та соціально-правовій сфері вимагають не тільки експертних, якісних рішень, але й застосування точних математичних підходів, що базуються на математичному і комп'ютерному моделюванні. Наприклад, в області інформаційної безпеки можна виділити задачі аналізу і планування інформаційних операцій. Соціально-правове знаходить в даний час широке застосування при вирішенні задач у таких сферах, як боротьба з корупцією, соціальним насильством, формування національної ідентичності, перехід до демократичного суспільства тощо.

Соціально-правове моделювання є напрямом математичної соціології. Проте, якщо метою математичної соціології є опис, пояснення і прогнозування соціальних систем, явищ і процесів за допомогою математичних методів, то предметом соціально-правового моделювання є модельний підхід до аналізу соціальної реальності у правовому вимірі, а метою – її моделювання.

У соціально-правовому моделюванні використовується широкий арсенал методів математики і соціології. Велика увага при цьому приділяється нелінійним, теоретико-ігровим, індивідуум-орієнтованим моделям. Останніми роками отримала розвиток так звана обчислювальна соціологія. В рамках обчислювальної соціології розробляються моделі глобального світу, організацій, соціальних груп і т. д.

Як окремий підхід в соціальному моделюванні можна виділити імітаційне моделювання, що включає такі класи моделей, як моделі штучних суспільств, соціально-когнитивні моделі, соціально-конкретні моделі тощо.

При використанні моделей штучних суспільств, як правило, використовуються не реальні емпіричні дані, а формальні обчислювальні моделі, наприклад, «штучне життя» – клітинні автомати, штучні нейронні мережі, комп'ютерні моделі самоорганізації, моделі природних обчислень, перколяції і так далі.

Соціально-когнитивні моделі призначені для перевірки часткових теорій соціальних систем гуманітарної парадигми, наприклад, комп'ютерні моделі, розроблені для перевірки теорій Т. Парсонса (центральне місце в теорії Парсонса займає поняття «Система дії», під якою розуміють різні рівні взаємопов'язаної соціальної реальності. Парсонс виділяв чотири системи: соціальну, культуру, особу, організм.), Н. Лумана (суспільство, як всеосяжна соціальна система, конститується своєю відмінністю від навколишнього світу, до якого відносяться системи свідомості – індивіди, система мозку і фізичні системи), Е. Дюркгейма (теорія «соціальної солідарності»).

Соціально-конкретні моделі призначені для виявлення законів побудови і функціонування конкретних соціальних систем. Ці моделі ґрунтуються на даних

органів статистики, опитів громадської думки, експертних оцінках, прямому спостереженні та ін.

Складні соціальні системи припускають множинне імітаційне моделювання, яке включає одночасне і паралельне моделювання на великій кількості імітаційних моделей.

У науковому співтоваристві ідеї соціального моделювання знаходять все більше розуміння. Математичну соціологію викладають на кафедрах соціології багатьох зарубіжних університетів, наприклад, в університетах Стенфорда, Пітсбурга, Каліфорнії, Північної Кароліни, Аризони, Індіани, Меріленда (США) та ін.

У 1993 р. в США почалася розробка проекту Artificial Social Intelligence (ASI) за підтримки Національного наукового фонду і Національного центру суперкомп'ютерних застосувань (<http://www.nsf.gov/sbe/ses/soc/works5.jsp>), до якого були запрошені провідні фахівці США з Computational Sociology з метою створення принципово нових інформаційних технологій. В даний час Національний науковий фонд США фінансує декілька науково-дослідних проектів, направлених на розробку DASI, наприклад, Knowledge and Distributed Intelligence (<http://www.ehr.nsf.gov/kdi>), Information and Intelligent Systems: Advancing Human-Centered Computing, Informatics and Robust Intelligence (<http://www.nsf.gov/pubs/2006/nsf06572/nsf06572.htm>), Information Integration. У Американській соціологічній асоціації (ASA) існує секція «Математична соціологія» (<http://www.sscnet.ucla.edu/soc/groups/mathsoc/index.php>).

У всьому світі проводяться симпозіуми, конференції і семінари з соціального моделювання. Одним з перших солідних заходів був Міжнародний симпозіум «Mathematical Sociology in Japan and in America» (Honolulu, Hawaii, 2000, http://www.sscnet.ucla.edu/soc/groups/mathsoc/Archive_OLD/hawaii/default.htm).

У липні 2010 р. в університеті Касселя (Німеччина) пройшов вже третій світовий конгрес з соціального моделювання (World Congress on Social Simulation 2010). Спонсорами конгресу виступили три регіональні наукові асоціації, що спеціалізуються на соціальному моделюванні: ESSA (Europe); CSSS (Computational Social Science Society; formerly NAACSOS); and PAAA (Pacific and Asia). На конференціях World Congress on Social Simulation виступали найвідоміші учені в області соціального моделювання, такі як Джошуа Епштейн (Joshua Epstein, Brookings Institution, USA), Хіроші Дегучі (Hiroshi Deguchi, Tokyo Institute of Technology, Japan), В.Л. Макаров (Центральний економіко-математичний інститут РАН). Джошуа Епштейн – розробник широко відомої «Цукрової моделі», визнаний авторитет в області агентно-орієнтованого комп'ютерного моделювання, на цей час займається дослідженням розвитку епідемій і наслідків біотероризму через призму агентно-орієнтованих моделей. Хіроші Дегучі – вчений, який спеціалізується на міждисциплінарних дослідженнях, що охоплюють агентно-орієнтоване моделювання. Дегучі є автором проекту SOARS (Spot Oriented Agent Role Simulator / Social & Organizational ARchitecture Simulator). Валерій Макаров, директор ЦЕМІ РАН – творець теорії економічної рівноваги в абстрактній моделі конкурентної рівноваги, математичній моделі до-

говірних взаємодій між агентами економіки, теорії демократичної держави, заснованої на принципах двошарової економіки і «голосування ногами».

Оскільки соціально-правове моделювання є міждисциплінарним напрямом, статті з даної тематики публікують численні наукові журнали кібернетичної, математичної, фізичної і соціальної спрямованості. При цьому спеціальних періодичних журналів небагато. З 1971 року видається міжнародний журнал з проблем математичної соціології «The Journal of Mathematical Sociology» (JMS, <http://wwwsoc.nii.ac.jp/jams/english/index-e.html>). У Японії існує Асоціація математичної соціології (JAMS), видається журнал з проблем математичної соціології «Sociological Theory and Methods».

У Росії Лабораторія штучних суспільств видає щоквартальний Інтернет-журнал «Штучні суспільства», головний редактор якого – академік РАН В.Л. Макаров (<http://www.artsoc.ru/html/journal.htm>). Цей журнал – аналог англійського журналу JASSS (<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/JASSS.html>), який випускається вже декілька років і є найбільш зручним місцем для публікації робіт з тематики штучних суспільств.

Аналіз стану напряму соціально-правового моделювання свідчить про те, що воно входить в стадію зростання, у всьому світі йому приділяється все більше уваги. Зростає й розуміння важливості цього напряму як з боку наукового співтовариства, так і з боку практичної соціології, політології і економіки. Виявляється, що соціальні моделі, які зважаючи на свою природу спочатку сприймалися багатьма як занадто абстрактні, які дають лише якісні результати, що лише віддалено нагадують реальність, при правильному завданні параметрів і правил нерідко дають реалістичніші результати, ніж традиційні підходи. Моделювання і аналіз соціальних процесів є необхідною компонентою як планування і прогнозування, так і вивчення наслідків будь-яких соціальних процедур.

Таким чином, можна зробити висновки, що соціально-правове моделювання є одним з найперспективніших інструментальних засобів правової інформатики, який може виконувати функцію підтримки прийняття рішень в законодавчому та інших процесах нормотворчості. Водночас, цей напрям є міждисциплінарним, вимагає високої кваліфікації як розробників моделей, так і правознавців-користувачів.

Ефективність застосування цього методу нормотворчої діяльності буде тим вища, чим повніше зміст системи інформаційного забезпечення відповідатиме потребам суб'єктів правотворчого процесу. Інформаційна база, що постійно зростає, новітні методи автоматичного контент-аналізу, моніторингу інформаційного простору дають надію щодо широкого застосування цього підходу, що напрям соціально-правового моделювання буде ширше застосовуватись у нормотворчій практиці.

Теоретичні, абстрактні моделі придатні для опису загальних тенденцій у динаміці інформаційних процесів. Водночас, реалістичніші моделі можуть бути отримані з урахуванням додаткового набору факторів, більшість яких не відтворюються в часі. Структура правил (вони відповідають правовій компоненті в реальному суспільстві), що лежать в основі функціонування соціально-правових моделей, дозволяє вносити відповідні корективи, наприклад, штучно

моделювати випадкові відхилення. Зазначимо, що відтворення результатів у часі є найсерйознішою проблемою за моделюванні інформаційних процесів, зокрема, за соціально-правового моделюванні. Повторюваність явищ, що моделюються, становить основу наукової методології. На цей час лише ретроспективний аналіз вже реалізованих соціально-правових процедур є відносно надійним способом верифікації результатів.

Безумовно, на цей час існують ефективні соціологічні методи, які не можна протиставляти підходам, що базуються на розглянутих підходах. Лише симбіоз багатьох напрямків може забезпечити реалізацію ефективних науково-обґрунтованих соціально-правових процедур.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фурашев В.Н., Ландэ Д.В., Брайчевский С.М. Моделирование информационно-электоральных процессов : монография. – К.: НИЦПИ АпрН Украины, 2007. – 182 с.
2. Ландэ Д.В. Основы интеграции информационных потоков. – К. : Инжиниринг, 2006. – 240 с.
3. Брайчевский С.М., Ландэ Д.В. Современные информационные потоки: актуальная проблематика // Научно-техническая информация. – Сер. 1. – Вып. 11. – 2005. – С. 21-33.
4. Гринченко В.Т., Мацыпура В.Т., Снарский А.А. Введение в нелинейную динамику. Хаос и фракталы. – Изд. 2. – М. : УРСС, 2007. – 263 с.
5. Newman M.E.J. The structure and function of complex networks // SIAM Review. – 2003. – Vol. 45. Pp. 167-256.
6. Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Введение в синергетику. М. : Наука, 1990. – 272 с.
7. Федер Е. Фракталы. – М. : Мир, 1991. – 254 с.
8. Чуи К. Введение в вэйлеты. – М. : Мир, 2001.
9. Сорокин П.А. Классификация методов индивидуум-ориентированного моделирования. // Электронный журнал «Исследовано в России». – 2003. – С. 574-588.
10. Фурашев В.М., Коваль М.І., Маглюй С.А. Системна інформатизація виборчого і референдумного процесів в Україні : монографія. – К. : Парламентське видавництво, 2004. – 607 с.
11. Фурашев В.М. Деякі особливості застосування системи автоматизованого інформаційно-аналітичного забезпечення процесу проведення виборів Президента України у 2004 році. – Открытые информационные и компьютерные технологии. Харьков: НАКУ «ХАИ», 2005. – Вып. 27 – С. 125-132.
12. Фурашев В.М. Перспективи подальшого розвитку системної інформатизації виборчих і референдумних процесів в Україні // Правова інформатика. – 2005. – № 4(8) – С. 13-17
13. Фурашев В.Н, Ландэ Д.В., Брайчевский С.М. Системная информатизация избирательных и референдумных процессов: методологические основы статистических исследований электронных информационных ресурсов в период избирательной кампании. – Открытые информационные и компьютерные технологии. Харьков: НАКУ «ХАИ», 2005. – Вып. 29 – С. 11-15.
14. Фурашев В.М. Нормативно-правові засади системної інформатизації інформаційно-аналітичного забезпечення здійснення процедур виборчих і референдумних процесів: монографія. К. : Парламентське видавництво, 2006. – 144 с.
15. Давыдов. А. А. Системная социология. – М. : КомКнига, 2006. – 192 с.
16. Плотинский Ю.М. Модели социальных процессов. – Изд. 2-е. – М. : Логос, 2001. – 296 с.
17. Ландэ Д.В., Фурашев В.Н. Моделирование электоральных процессов на основе концепции клеточных автоматов. – Открытые информационные и компьютерные технологии. Харьков: НАКУ «ХАИ», 2007. – Вып. 36. – С. 17-34.

18. Нейман Дж. Теория самовоспроизводящихся автоматов. – М. : Мир, 1971. – 382 с.
19. Feigenbaum M.J. Quantitative universality for a class of nonlinear transformations, 1978. J. Stat. Phys. 19. – P. 25-52.
20. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. – М., 1986. – 432 с.
21. Арнольд В.А. Теория катастроф. – М. : Наука, 1990. – 128 с.
22. Конституція України : Закон України від 28.06.96 р. № 254к/96-ВР // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 1996. – № 30. – Ст. 141.
23. Про внесення змін до Закону України «Про інформацію»: Закон України від 13.01.11 р. № 2938-VI // Офіційний вісник України. – 2011. – № 10.
24. Про доступ до публічної інформації : Закон України від 13.01.11 р. № 2939-VI // Відомості Верховної Ради України. – 2011 р. – № 32. – С. 1491. – Ст. 314.
25. Рішення Конституційного Суду України у справі за конституційним поданням Жашківської районної ради Черкаської області щодо офіційного тлумачення положень частин першої, другої статті 32, частин другої, третьої статті 34 Конституції України від 20 січня 2012 року № 2-рп/2012, справа № 1-9/2012
26. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 17 червня 1997 року «Про невідкладні заходи щодо впорядкування системи здійснення державної інформаційної політики та удосконалення державного регулювання інформаційних відносин : Указ Президента України від 21.07.97 р. № 663/97 / Урядовий кур'єр від 24.07.1997 р.
27. Про підсумки парламентських слухань «Інформаційна політика України: стан і перспективи» : Постанова Верховної Ради України від 02.06. 1999 року № 705-XIV / Голос України від 12.06.1999.
28. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 31 жовтня 2001 року «Про заходи щодо вдосконалення державної інформаційної політики та забезпечення інформаційної безпеки України» : Указ Президента України від 06.12.01 р. № 1193/2001 // Офіційний вісник України. – 2001. – № 50. – С. 28.
29. Про Рекомендації парламентських слухань з питань розвитку інформаційного суспільства в Україні : Постанова Верховної Ради України від 01.12.05 р. № 3175-XIV // Відомості Верховної Ради України. – 2006. – № 15. – С. 604. – Ст. 131.
30. Про Стратегію національної безпеки України : Указ Президента України від 12.02.2007 року № 105/2007 // Офіційний вісник України. – 2007. – № 11, – С. 7. – Ст. 389.
31. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 21 березня 2008 року «Про невідкладні заходи щодо забезпечення інформаційної безпеки України : Указ Президента України від 23.04.08 р. № 377/2008 // Офіційний вісник Президента України. – 2008. – № 18. – С. 24. – Ст. 570.
32. Про Доктрину інформаційної безпеки України : Указ Президента України від 08.07.09 р. № 514/2009 // Офіційний вісник Президента України. – 2009. – № 20. – С. 18. – Ст. 677.

33. Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007 – 2015 роки : Закон України від 09.01.07 р. № 537-V // Відомості Верховної Ради України. – 2007. – № 12. – Ст. 102.

34. Про оперативно-розшукову діяльність : Закон України від 18.02.92 р. № 2135-XII : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 1992. – № 22. – Ст. 303.

35. Кодекс України про адміністративні правопорушення : Закон України від 07.12.84 р. № 8073-X : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради УРСР. – 1984. – № 51. – Ст. 1122.

36. Про державну статистику : Закон України від 17.09.92 р. № 2614-XII : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 1992. – № 43. – Ст. 608.

37. Основи законодавства України про охорону здоров'я від 19.11.92 р. 2801-XII : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 1993. – № 4. – Ст. 19.

38. Основи законодавства України про охорону здоров'я від 19.11.92 р. 2801-XII : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 1993. – № 4. – Ст. 19.

39. Про адвокатуру : Закон України від 19.12.92 р. № 2887-XII : за станом на 16.01.2012 р. // Відомості Верховної Ради України. – 1993. – № 9. – Ст. 62.

40. Про науково-технічну інформацію : Закон України від 25.06.93 р. № 3322-XII // Відомості Верховної Ради України. – 1993. – № 33. – Ст. 345.

41. Про нотаріат: Закон України 02.09.93 р. № 3425-XII : за станом на 16.01.2012 р. // Відомості Верховної Ради України. – 1993. – № 39. – Ст. 383.

42. Про авторське право і суміжні права : Закон України від 23.12.93 р. № 3792-XII // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 13. – Ст. 64.

43. Про державну таємницю: Закон України від 21.01.94 р. № 3855-XII // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 16. – С. 422. – Ст. 93.

44. Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах : Закон України від 05.07.94 р. №80/94-ВР // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 31. Ст. 286.

45. Про страхування : Закон України від 07.03.96 р. № 85/96-ВР : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 1996. – № 18. – Ст. 78.

46. Про захист від недобросовісної конкуренції : Закон України від 07.06.96 р. № 236/96-ВР : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 1996. – № 36. – Ст. 164.

47. Про Національну програму інформатизації : Закон України від 04.02.98 р. № 74/98-ВР // Відомості Верховної Ради України. – 1998. – № 27 – 28. – Ст.181 : із змінами, внесеними згідно із законами № 2684-III від 13.09.01 р., ВВР, 2002, № 1, ст.3 та № 2289-VI від 01.06.10 р., ВВР, 2010, № 33, ст. 471.

48. Про радіочастотний ресурс України : Закон України від 01.06.00 р. № 1770-III : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2000 р. – № 36. – Ст. 298.

49. Про банки і банківську діяльність : Закон України від 07.12.00 р. № 2121-III : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2001. – № 5. – Ст. 30.
50. Про розвідувальні органи України : Закон України від 22.03.01 р. № 2331-III : за станом на 16.01.2012 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2001. – № 19. – Ст. 94.
51. Кримінальний кодекс України : Закон України від 05.04.01 р. № 2341-III : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2001. – № 25 – 26. – Ст. 131.
52. Про захист економічної конкуренції : Закон України від 11.01.01 р. № 2210-III : за станом на 16.01.2012 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2001. – № 12. – Ст. 64.
53. Про Національну систему конфіденційного зв'язку : Закон України від 10.01.02 р. № 2919-III // Відомості Верховної Ради України. – 2002. – № 15. – Ст. 103.
54. Про контррозвідувальну діяльність : Закон України від 26.12.02 р. № 374-IV : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 12. – Ст. 89.
55. Господарський кодекс України : Закон України від 16.01.03 р. № 436-IV : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 18. – Ст. 144.
56. Цивільний кодекс України : Закон України від 16.01.03 р. № 435-IV : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 40. – Ст. 356.
57. Про електронні документи та електронний документообіг : Закон України від 22.05.03 р. № 851-IV : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 36. – Ст. 275.
58. Про основи національної безпеки України : Закон України від 19.06.03 р. № 964-IV // Відомості. Верховної Ради України. – 2003. – № 39. – Ст. 351.
59. Про телекомунікації : Закон України від 18.11.03 р. № 1280-IV : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2004. – № 12. – Ст. 155.
60. Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій : Закон від 14.09.06 р. № 143-V : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2006. – № 45. – Ст. 434.
61. Про Державну службу спеціального зв'язку та захисту та захисту інформації України : Закон України від 23.02.06 р. № 3475-IV : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2006. – № 30. – С. 1094. – Ст. 258.
62. Про захист персональних даних: Закон України від 01.06.10 р. № 2297-VI : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2010. – № 34. – С. 1188. – Ст. 481.
63. Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки : Закон України від 11.07.01 р. № 2623-III : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2001. – № 48. – Ст. 253.

64. Про державні цільові програми : Закон України від 18.03.04 р. № 1621-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2004. – № 25. – Ст. 352.

65. Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні : Закон від 08.09.11 р. № 3715-VI // Офіційний вісник України. – 2011. – № 77. – С. 14. – Ст. 2841.

66. Про засади запобігання та протидії корупції : Закон України від 07.04.11р. № 3206-VI // Відомості Верховної Ради України. – 2011. – № 40. – С. 1750. – Ст. 404.

67. Про затвердження Концепції технічного захисту інформації в Україні : Постанова Кабінету Міністрів України від 08.10.97 р. № 1126 : за станом на 16.01.12 р. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua>

68. Про затвердження Інструкції про порядок обліку, зберігання і використання документів, справ, видань та інших матеріальних носіїв інформації, які містять службову інформацію : Постанова Кабінету Міністрів України від 27.11.98 р. № 1893 : за станом на 16.01.12 р. // Офіційний вісник України. – 1998. – № 48. – С. 31.

69. Про затвердження Порядку взаємодії органів виконавчої влади з питань захисту державних інформаційних ресурсів в інформаційних та телекомунікаційних системах : Постанова Кабінету Міністрів України від 16.11.02 р. № 1772 : за станом на 16.01.12 р. // Офіційний вісник України. – 2002. – № 47. – С. 182. – Ст. 2155.

70. Про заходи щодо створення електронної інформаційної системи “Електронний Уряд” : Постанова Кабінету Міністрів України від 24.02.03 р. № 208 // Офіційний вісник України. – 2003. – № 9. – С. 112. – Ст. 378.

71. Про затвердження Положення про Національний реєстр електронних інформаційних ресурсів : Постанова Кабінету Міністрів України від 17.03.04 р. № 326 : за станом на 16.01.12 р. // Офіційний вісник України. – 2004. – № 11. – С. 45. – Ст. 665.

72. Про порядок офіційного оприлюднення нормативно-правових актів та набрання ними чинності : Указ Президента України від 10.06.97 р. № 503/97 : за станом на 16.01.12 р. // Офіційний вісник України. – 1997. – № 24. – С. 11.

73. Про Регламент Верховної Ради України : Закон від 10.02.10 р. № 1861-VI : за станом на 16.01.12 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2010. – № 14 – 15; – № 16 – 17.

74. Про затвердження Положення про Апарат Верховної Ради України : Розпорядження Голови Верховної Ради України від 31.05.00 р. № 459 : за станом на 16.01.12 р. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua>

75. Про затвердження Положення про Апарат Верховної Ради України : Розпорядження Голови Верховної Ради України від 31.05.00 р. № 459 : зі змінами станом на 16.01.12 р. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua>

76. Сорнетте Д. Как предсказывать крахи финансовых рынков. – М. : Интернет-трейдинг, 2003. – 400 с.

77. В.И. Арнольд. Аналитика и прогнозирование: математический аспект // Научно-техническая информация. – Сер. 1. – Вып. 3. – 2003. – С. 1-10.

78. Verhulst P.F. Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement

Corr. Math. Et Phys. 10, 113-121, 18.

79. Pearl R. The Introduction to Medical Biometry and Statistics. Philadelphia, 1930; Ibid. The Natural History of Population. L., 1939.

80. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование. – М. : Наука, 1976.

81. Гаузе Г. Ф. Борьба за существование. – М. : УРСС, 2002. – 160 с.

82. Форрестер Дж. Мировая динамика. – М. : Наука, 1978. – 268 с.

83. Epstein J., Axtell R. Growing Artificial Societies: Social Science From The Bottom Up. Brookings Institute Press, 1996.

84. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 400с.

85. Карпов Ю.Г. Изучение современных парадигм имитационного моделирования в среде AnyLogic // Компьютерные инструменты в образовании. – 2005. – № 4. – С. 3-14.

86. Борщев А.В. Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика // Exponenta Pro. – 2004. – № 3, 4

87. Штовба С.Д. Муравьиные алгоритмы // Exponenta Pro. Математика в приложениях. – 2003. – №4. – С. 70-75.

88. Wolfram S. A New Kind of Science. Champaign, IL: Wolfram Media Inc., 2002. – 1197 p.

89. Wolfram S. ed. Theory and Applications of Cellular Automats. Singapore: World Scientific. 1986.

90. Плотинский Ю.М. Математическое моделирование динамики социальных процессов. – М. : МГУ, 1992. – 133 с.

91. Casti J.L. Searching for Certainty. N.Y.: W.Morrow, 1990.

92. Bhargava S.C., A. Kumar, A. Mukherjee. A stochastic cellular automata model of innovation diffusion // Technological forecasting and social change. – 1993. Vol. 44. – № 1. – P. 87-97.

93. Brown T.A. Nonlinear Politics // Chaos Theory in the Social Sciences / Eds. L.D. Kiel, E. Elliot. Ann Arbor.: The Univ. Of Michigan Press. 1996. – P. 119-137.

94. Watts D.J., Strogatz S.H. Collective dynamics of "small-world" networks. // Nature. – 1998. – Vol. 393. – P. 440-442.

95. Boyle A. Net not as interconnected as you think. – Режим доступа : http://news.zdnet.com/2100-9595_22-502388.html

96. Milgram S. The small world problem, Psychology Today, 1967. – Vol. 2. – P. 60-67.

97. P. Erdős, A. Rényi. On the evolution of random graphs, Publ. Math. Inst. Hungar. Acad. Sci. 5 (1960) 17-61.

98. Backstrom L., Boldi P., Rosa M., etc. Four Degrees of Separation // ePreprint Arxiv (arXiv:1111.4570v2).

99. Rothenberg R. From whole cloth: Making up the terrorist network // Connections. – 2002. – № 24. – № 3. – P. 36-42.

100. Ланде Д.В., Фурашев В.М. Дослідження терористичних зв'язків в рамках теорії складних мереж // Збірник наукових праць VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні технології управління

екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях». – Київ – Харків – АР Крим, 2009. – С. 416-429.

101. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Модели репутации и информационного управления в социальных сетях // Управление большими системами. – Вып. 26.1. – М. : ИПУ РАН, 2009. – С. 209-234.

102. Давыдова С.И., Усачева О.А. Сетевая организация экологических движений России и Европы // Социологические исследования. – 2009. – № 11. – С. 56-64.

103. Newman M., Barabási A.-L., Watts D.J. The Structure and Dynamics of Networks // Princeton and Oxford: Princeton University Press; 2006. – 624 p.

104. Stohl C., Stohl M. Networks of Terror: Theoretical Assumptions and Pragmatic Consequences // Communication Theory. – 17 (2007). – P. 93-124.

105. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Модели информационного влияния и информационного управления в социальных сетях // Проблемы управления. – 2009. – № 5. – С. 28-35.

106. Бреер В.В. Стохастические модели социальных сетей // Управление большими системами. – 2009. – № 27. – С. 169-204.

107. McAuleya J.J., da Fontoura Costa L., Caetano T.S. Rich-club phenomenon across complex network hierarchies // Appl. Phys. Lett. 91, 084103, 2007.

108. Zhou Sh., Mondragon R.J. The rich-club phenomenon in the Internet topology // Communications Letters, IEEE, March 2004. – Vol. 8 Issue 3. – P. 180-182.

109. Frantz T., Carley K.M. A formal characterization of cellular networks // Carnegie Mellon University School of Computer Science Institute for Software Research International, Tech. Rep. CMU-ISRI-05-109, 2005.

110. Sageman M. Understanding Terror Networks. – University of Pennsylvania Press, 2004.

111. Clauset A., Moore C., Newman M.E.J. Hierarchical structure and the prediction of missing links in networks // Nature 453, 98-101 (1 May 2008).

112. Pastor-Satorras R., Vespignani A. Epidemic spreading in scale-free networks // Physics Review Letters. – Vol. 86. – № 14, april 2001.

113. Rothenberg R. From whole cloth: Making up the terrorist network // Connections. – V. 24. – № 3. – P. 36-42. – 2002.

114. Al quaeda training manual: Declaration of jihad against unholy tyrants // Al-Qaeda, 2001. – Режим доступа : <http://www.usdoj.gov/ag/trainingmanual.htm>

115. Asztalos A., Sreenivasan S., Szymanski B.K., Korniss G. Distributed flow optimization and cascading effects in weighted complex networks // ePreprint arXiv: 1110.3832.

116. Xie J., Sreenivasan S., Korniss G., etc. Social consensus through the influence of committed minorities // ePreprint Arxiv (arXiv:1102.3931v2).

117. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М. : Радио и связь, 1993. – 278 с.

118. Саати Т., Крис К. Аналитическое планирование. Организация систем: Пер. с англ. – М. : Радио и связь, 1991. – 224 с.

119. Богданович В.Ю. Воєнна безпека України : методологія дослідження та шляхи забезпечення. – К., 2003. – 322 с.

120. Богданович В.Ю., Маначинский А.Я. Методологические основы системных исследований проблем военной безопасности государства. – К., 2001. – 172 с.
121. Вентцель Е. С. Элементы теории игр. – Изд. 2. – М. : Физматгиз, 1961. – 68 с.
122. Коковин С.Г. Лекции по теории игр и политологии. Часть 1. Введение в теорию игр. – Режим доступа : <http://www.math.nsc.ru/~mathecon/Kokovin/m1tigran.pdf>
123. Интриллигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. – М. : Прогресс. – 1975. – 607 с.
124. Stackelberg H. von. Marktform und Gleichgewicht. Faksimile der 1934 in Wien und Berlin erschienenen Erstausgabe. Reihe: Klassiker der Nationalökonomie VI, 142 S., Gebunden.
125. Чхартишвили А.Г. Теоретико-игровые модели информационного управления. М. : ЗАО «ПМСОФТ», 2004. – 227 с.
126. Толстова Ю.Н. Измерение в социологии : курс лекций. – М. : Инфра-м. – 1998.
127. Burton R.E., Kebler R.W. The «half-life» of some scientific and technical literatures. American Documentation 1960, 1 : 98-109.
128. Cowell F. Measurement of Inequality // London School of Economics and Political Science Discussion Paper, July 1998.
129. Maugis L. Inequality Measures in Mathematical Programming for the Air Traffic Flow Management Problem with En-Route Capacities (published on occasion of IFORS 96), 1996.
130. Григорьев А.Н., Ландэ Д.В. и др. Мониторинг новостей из Интернет: технология, система, сервис: научно-методическое пособие. – К. : ООО «Старт-98», 2007. – 40 с.
131. Горбулін В.П., Додонов О.Г., Ландэ Д.В. Інформаційні операції та безпека суспільства: загрози, протидія, моделювання : монографія – К. : Інтертехнологія, 2009. – 164 с.
132. Давыдов А.А. Вейвлет-анализ социальных процессов // Социолог.исслед. – 2003. – № 11. – С. 97-103.
133. Павлов А.Н., Сосновцева О.В., Зиганшин А.Р. Мультифрактальный анализ хаотической динамики взаимодействующих систем // Прикладная нелинейная динамика. – 2003. – №. 2. – С. 39-54.
134. Peng C.-K., Havlin S., Stanley H.E., Goldberger A.L. Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series // CHAOS. 1995. Vol. 5, P. 82.
135. Ландэ Д.В., Снарский А.А. Динамика отклонения элементов ряда измерений от локальных линейных аппроксимаций // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. – 2009. – Т. 11. – № 1. – С. 27-32.
136. Ландэ Д.В., Снарский А.А., Безсуднов И.В. Интернетика: Навигация в сложных сетях: модели и алгоритмы. – М. : Либроком (Editorial URSS), 2009. – 264 с.
137. Ландэ Д.В., Фурашев В.Н. WikiLeaks – начало перереформирования

информационного общества? // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии : сб. науч. тр. – Х.: Нац. авиокосм. ун-т «ХАИ», 2011. – Вып. 49. – С. 238-247.

138. Axelrod R. Modeling Security Issues of Central Asia // Gerald R. Ford School of Public Policy University of Michigan (Project on «Security in Central Asia» June 2004. US Govt. Contract # 2003*H513400*000).

139. Riolo R., Bhavnani R., Becker D. Simulating closed regimes with agent based models // Complexity, Volume 14, Number 1, September / October 2008. – P. 36-44.

140. Lustick I.S. A User-Friendly Agent-Based Modeling Platform for Testing Theories of Political Identity and Political Stability // Journal of Artificial Societies and Social Simulation, October, 2003. – Vol. 5. – № 3. – Режим доступа : <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/5/3/7.html>

141. Cederman L.E. Agent-Based Modeling in Political Science // Political Methodologist 10 (Fall 2001). – P. 16-22.

142. Axelrod R., Bennett D.S. A Landscape Theory of Aggregation // British Journal of Political Science, 1993. – V. 23. – P. 211-233.

143. Wallis L., Paich M., Borshchev A. Agent Modeling of Hispanic Population Acculturation and Behavior // The 3rd International Conference on Systems Thinking in Management (ICSTM 2004), Philadelphia, Pennsylvania, USA, 2004.

144. Axelrod R., Hammond R.A. The Evolution of Ethnocentric Behavior // Paper presented at the annual meeting of the Midwest Political Science Convention, Chicago, IL, April 2003. – Режим доступа : http://www-personal.umich.edu/~axe/research/AxHamm_Ethno.pdf

145. Bhavnani R. Essays on Intraethnic and Interethnic Violence // Ph.D. Dissertation, Department of Political Science, University of Michigan, Ann Arbor, 2003.

146. Epstein J.M. Modeling Civil Violence // An agent-based Computational Approach // Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 99 (Suppl. 3): 2002. – P. 7243-7250. URL: http://www.pnas.org/cgi/reprint/99/suppl_3/7243.pdf

147. Lohmann S. The Dynamics of Informational Cascades: The Monday Demonstration in Leipzig, East Germany, 1989-91 // World Politics, vol. 47:42-101.

148. Hammond R.A. Endogenous Transition Dynamics in Corruption: An Agent-Based Computer Model // Brookings Institution, Center on Social and Economic Dynamics, Working Paper 19, December 2000. – Режим доступа : <http://brookings.edu/dybdocroot/es/dynamics/papers/ross/ross.pdf>

Наукове видання

Ланде Д.В., Фурашев В.М.

ОСНОВИ ІНФОРМАЦІЙНОГО І СОЦІАЛЬНО-ПРАВОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Монографія

Підписано до друку 16.03.2012
Формат 60 x 84/8. Гарнітура Times. Офсетний друк.
Умов. др. арк. 6,5. Наклад 300 прим.
Віддрукованоно з оригінал-макета у видавництві ТОВ “ПанТот”
м. Київ, бул. Др. Народів, 29