

be divided into deterministic and stochastic ones, that is, those characterized by an organization of search with the absence or presence of pseudorandom elements. A special place among stochastic methods is the methods based on the simulation of natural processes that implement an adaptive random search.

Multiplayer Optimization (MSO) is a method for evaluating solutions to complex or impossible numeric tasks. This is a variation of particle swarm optimization. Regular models of particle swarm optimization, such as in groups of birds and flocks of fish. MSO expands the optimization of the swarm of particles using several swarms of simulated particles, and not one swarm.

MSO can be applied to several machine learning scenarios, such as estimating the values of weight and displacement for an artificial neural network, or assessing the weight of weak students in ensemble classification and prediction. MSO is meta-verbal, which means that this technique is a set of design principles that can be used to construct a specific algorithm for solving a specific optimization problem.

Purpose. *Comparative analysis of MSO algorithm and its modifications for solving optimization problems and linear classification problem.*

Results. *The paper deals with a multi-swarm algorithm for particle optimization and its modification for solving global optimization problems. The dependence of the efficiency of this algorithm on the number of iterations, the size of the search space and the number of swarms are investigated. A comparative analysis of the multi-swarm MSO algorithm has been carried out in finding the global minimum of test functions.*

The presented methods are used to minimize the error functionality when constructing a binary linear classifier. The obtained results testify to the efficiency of the application of the multi-swarm MSO algorithm for this task. Therefore, it is advisable to apply the MSO algorithm for machine learning tasks and to further improve it.

Conclusion. *This article examines the multi-swarm particle optimization algorithm and its modifications for solving global optimization related to metaheuristic methods, and applications for solving binary linear classification problems is considered. The purpose of this work is to conduct a comparative analysis of the multi-swarm algorithm of MSO and its modifications for solving optimization problems. A comparative analysis was carried out and the efficiency of the algorithm was investigated in finding the global minimum of some test functions. The formulation of the problem of binary linear classification is described. To minimize the functional error in constructing classifiers, a multi-swarm MSO algorithm with modifications and stochastic gradient takeoff method was used.*

Keywords: *multi-swarm optimization algorithm, MSO algorithm, optimization problem, the problem of binary classification.*

Одержано редакцією 24.05.2018 р.
Прийнято до публікації 19.09.2018 р.

УДК 519.6:323.2

DOI 10.31651/2076-5886-2019-1-33-41

МОРГУН Микола Геннадійович

аспірант кафедри прикладної математики
та інформатики Черкаського
національного університету імені
Богдана Хмельницького
e-mail: mykolamorhun4edu@gmail.com
ORCID 0000-0002-5520-3302

ІЄРАРХІЧНА САМОПОДІБНА МОДЕЛЬ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ВЛАДИ В СУЧАСНОМУ СУСПІЛЬСТВІ

У статті пропонується самоподібна модель сучасного суспільства для прогнозування перерозподілу влади в результаті виборів. Наведений алгоритм роботи моделі для подальшого комп'ютерного аналізу.

Ключові слова: *модель, влада, вибори, суспільство.*

Постановка проблеми

В наш час все більше уваги приділяється питанням пов'язаним із суспільними процесами. І це не дивно, адже такі знання дозволяють прогнозувати подальший розвиток і реакцію суспільства на той чи інший фактор. Складно знайти сферу для якої така інформація не була б вагомою. А для того, щоб передбачити подальший розвиток подій, спочатку необхідно побудувати модель, яка б відображала цей розвиток. У другій половині ХХ століття почали з'являтися моделі, завданням яких було описати суспільство чи процеси у ньому. Більшість з них описують взаємозв'язки компонентів або подають у їх вигляді діаграм [1-2]. Суттєві корективи у методи моделювання були внесені у зв'язку з розвитком комп'ютерної техніки, що дозволяло обробляти все більші об'єми даних. На даний час важливим є не тільки знання взаємозв'язків між компонентами, але й можливість розрахунку їх подальшого розвитку, де, звісно, не обійтися без комп'ютерного моделювання, що в свою чергу означає необхідність переходу від описових та діаграмних моделей до більш формальних, які можуть бути переведені на мову алгоритмів та оброблені за допомогою комп'ютера.

Досить відомою у сфері математичного моделювання пов'язаного з владою є модель “влада-суспільство” [3] А. П. Михайлова, яка, мабуть, стала класичною і отримала багато варіацій та доповнень від різних авторів, наприклад [4-7].

Модель “влада-суспільство” приділяє більше уваги зміні кількості влади у вертикалі, а також взаємодія із громадянським суспільством не є обмеженою, тобто немає ліміту на кількість влади, яка передається до/від владних структур. Моделі [8-10] використовують клітинний автомат, але вони є значно обмеженими через використання квадратного поля та перпендикулярної сітки.

Мета статті

Метою статті є побудова моделі перерозподілу влади між політичними силами у сучасному суспільстві під час виборів, та алгоритму її комп'ютерної реалізації.

Виклад основного матеріалу

Існування в суспільстві вносить деякі обмеження у життя людини, її поведінку, реакції на різні чинники. У суспільстві кожен повинен підпорядковуватися правилам, які встановлені у цьому суспільстві, або ж непокоря останнім викличе реакцію з боку суспільства і потягне за собою наслідки для індивіда чи групи людей. Це спричинено тим, що суспільство має деяку владу над людиною. Якщо ж розглянути людину поза суспільством, вона вільна від будь яких обмежень які вносить суспільство, тобто повністю віддається своїй волі. Влада суспільства черпається з його членів, тобто при створенні будь-якого суспільства кожен його учасник надає частину своєї влади цьому суспільству, а деяка частина влади залишається у кожного індивіда (не обов'язково однакова). З розвитком суспільства кількість влади, якою володіє кожен індивід може змінюватися. Цей процес може бути ініційований як самими людьми так і владними структурами, але важливою особливістю цієї зміни є те, що вона відбувається стрибкоподібно при створенні суспільства, виборах, революціях, зміні устрою та/чи законів. Розглянемо приклад. Якщо владні структури в суспільстві приймають і впроваджують рішення які викликають незадоволення у значної частини суспільства це знижує довіру суспільства до керуючої частини, але не змінює розподілу влади. Останній же відбувається на виборах (і тоді члени суспільства віддають свою владу іншій політичній силі) або ж становище стає настільки критичним, що цей перерозподіл відбувається достроково.

Під час проведення виборів до конкретного індивіда повертається не вся його влада, а лише її частина (вибори не можуть змінити усе в державі: устрій, закони тощо),

яку він знову зобов'язаний віддати тій чи іншій політичній силі. На виборах, окремий індивід намагається віддати частину своєї влади тому лідеру чи політичній силі, яка пропонує план дій, що найбільше збігається з поглядами самого виборця. Якщо таких не існує, то або індивід віддасть свою частину влади випадковій політичній силі, або проігнорує самі вибори і тоді його частина влади буде пропорційно розділена між усіма кандидатами. Тобто для того щоб передбачити якій політичній силі надасть свою владу виборець необхідно передбачити його погляди. Для побудови моделі пропонується ввести систему поглядів людини як набір числових значень в межах від -1 до 1 (рис. 1), яка відобразить ставлення індивіда до суспільно важливих питань.

При обміні поглядами необхідно враховувати їх різницю. Якщо один індивід має досить сильне переконання щодо деякого питання, а позиція іншого близька до нейтральної, то, з великою ймовірністю, після їх взаємодії ставлення другого буде суттєво змінено в бік позиції першого. У випадку обміну думками по питанню на яке в усіх учасників немає сильної позиції, вплив буде незначний.

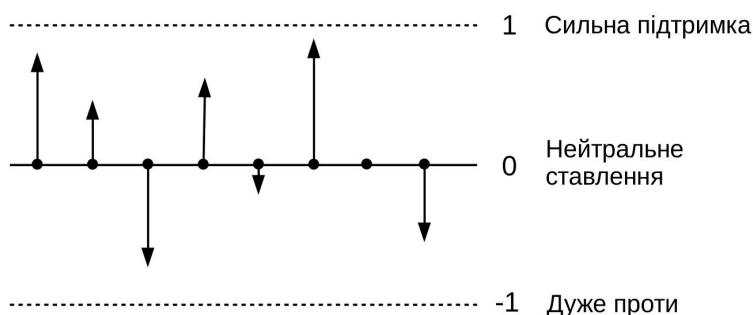


Рис. 1. Приклад системи поглядів індивіда

Для відображення структури та ієрархії суспільства в моделі, розділимо суспільство на рівні та структурні одиниці в них. Покладемо, що структурна одиниця містить в собі групу одиниць нижчого рівня (за винятком найнижчого), та має зв'язки як у своїй вертикалі так і у горизонталі, причому зв'язки між рівнями можуть проходити лише в рамках вертикалі об'єкта на рівень вище та нижче. Аналізуючи місце та зв'язки об'єкта у загальній системі вищеописаних рівнів можна побачити, що вони однакові для різних рівнів, тобто запропонована модель є самоподібною (рис. 2). Крім того, кожне суспільство може перебувати у зв'язках з іншими, подібними собі, структурами, що вписується в загальну картину моделі.

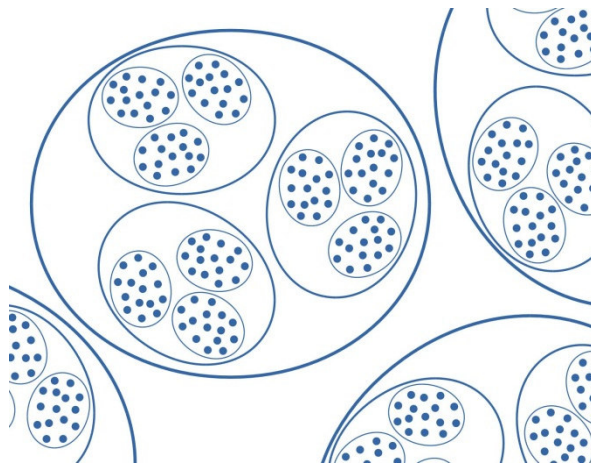


Рис. 2. Структура моделі

Означимо основні частини структурної одиниці. Як зазначалося вище, вона має зв'язки з собою подібними і з вищою одиницею, а це значить що, представляючи нижчі рівні, вона проводить зовнішню політику. Зв'язки зі своїми складовими є її внутрішньою політикою. Незалежно від рівня, кожна структурна одиниця керується одним або групою індивідів. А це означає, що вона має особистісну частину (рис 3).

Визначимо детальну структуру кожної з цих частин (рис. 4).

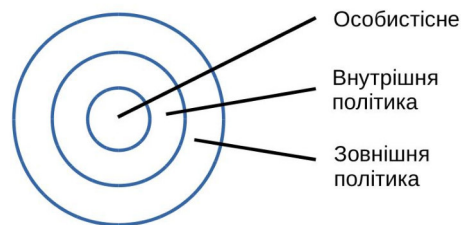


Рис. 3. Основні частини структурної одиниці

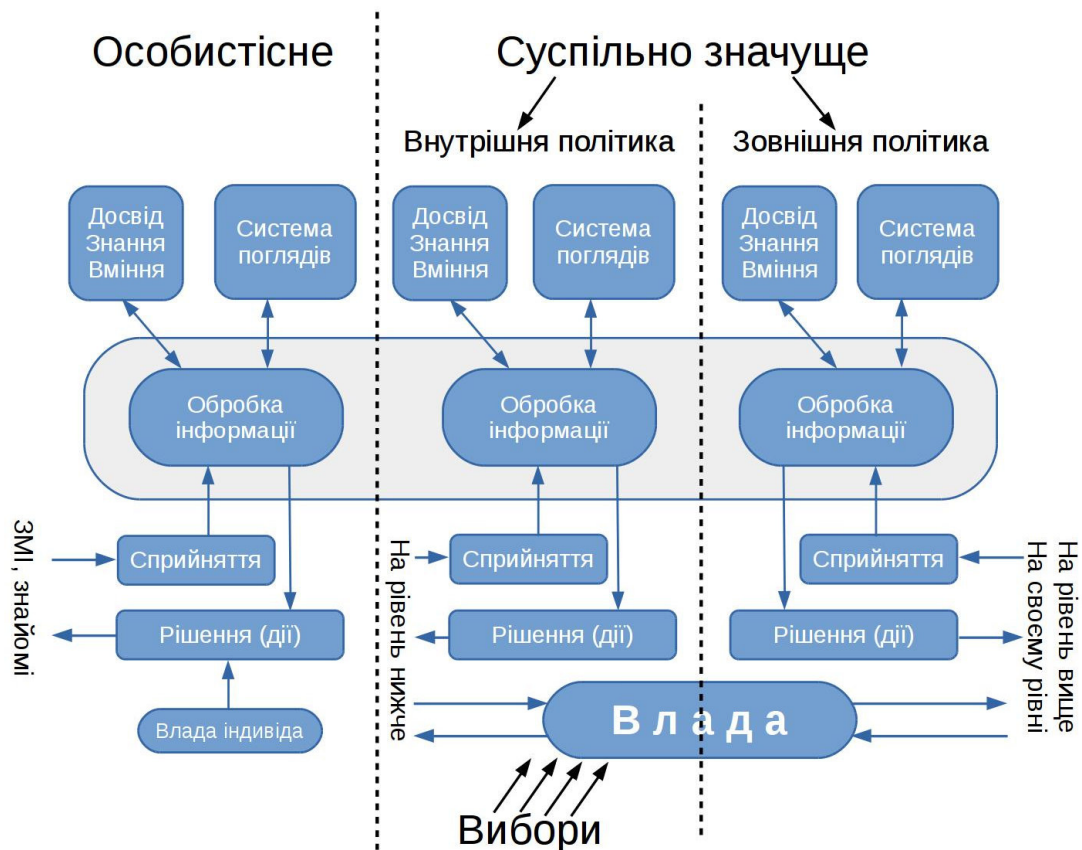


Рис. 4. Детальна схема структурної одиниці

Почнемо з особистісної. Очевидно, що індивід не відокремлений від інших членів суспільства і комунікує з ними. В процесі комунікації індивід сприймає інформацію з кола друзів та знайомих, а також засобів масової інформації, аналізує її та відповідає деякою реакцією, використовуючи залишок своєї влади, тим самим впливаючи на своє оточення. Для цього він використовує свої знання, досвід та уміння, а також керується своєю системою поглядів. Цей процес впливає на досвід, знання і вміння індивіда, а

також може змінювати його систему поглядів. Подібна ситуація прослідковується і з внутрішньою та зовнішньою політикою. Різниця полягає в джерелі сприйняття та напрямку дії. Так для проведення внутрішньої політики аналізуються сигнали з складових частин структурної одиниці, і дії, в загальному випадку, направлені в їхній бік. Для зовнішньої політики це також справедливо, але для структурних одиниць цього ж рівня в межах вищої структурної одиниці, та її самої. Наприклад, в результаті стихійного лиха, в сусідній області пошкоджено значну частину ліній електропередач. Управління, аналізуючи ситуацію, вирішує допомогти, та, використовуючи свою владу, діє, відправляючи на допомогу техніку та особовий склад.

Важливим аспектом є те, що внутрішню та зовнішню політику від імені всіх учасників рівня проводить індивід або група індивідів, які мають свій досвід, знання та вміння ведення внутрішньої чи/та зовнішньої політики, а також систему поглядів, яка використовується для прийняття рішень і використання влади. Слід зазначити, що ці системи поглядів та досвід, знання і вміння, у загальному випадку, є різними, не дивлячись на те що вони поєднуються в одному індивіді чи їх групі. Тобто, у вільний від роботи час, цей індивід (який є чиновником) керується своєю особистою системою поглядів, а коли він приймає політичні рішення, то використовується вже зовсім інша система поглядів, яка, в загальному випадку, не збігається з його особистими інтересами. На практиці така розбіжність може стати причиною корупції — використання наданої суспільством влади в особистих цілях та інтересах.

Підсумуємо:

- Суспільство має багаторівневу структуру.
- Будова структурної одиниці однакова для всіх рівнів (самоподібна).
- Об'єктом найменшого рівня є людина, обмежень на кількість рівнів немає.
- Структурна одиниця може взаємодіяти з іншими об'єктами на своєму рівні та на ± 1 рівень у своїй піраміді.
- Структурна одиниця проводить зовнішню і внутрішню політику:
 - В межах зовнішньої вона комунікує з одиницями свого рівня, які належать до тієї самої вищої структурної одиниці, а також із нею самою.
 - В межах внутрішньої політики комунікує з своїми складовими.
- Винятком є людина (перший рівень) в якій відсутня внутрішня політика, а також найвищий рівень, зовнішня політика якого або відсутня (якщо суспільство ізольоване), або зводиться до комунікації з собі подібними.
- Владу людині не надають вона їй надана апріорі.
- Якщо людина є членом суспільства вона віддає частину своєї влади суспільству (керівництву суспільства). Якщо рівень один — суспільство відсутнє і влада індивіда не віддається на рівень вище, а залишається в нього самого, тобто він є одинаком.
- Перерозподіл влади відбувається періодично, стрибком, під час перевиборів або революцій.
- При виборах частина наданої влади суспільству індивідом повертається знову до нього і він зобов'язаний її віддати одній з політичних сил яка обирається. У випадку ігнорування виборів його влада розподіляється пропорційно між усіма кандидатами.
- Виборець віддає свою владу тій політичній силі, система поглядів якої найбільше збігається з його системою поглядів, або ж ігнорує вибори, якщо всі політичні сили мають систему поглядів досить розбіжну з його особистою.

- Якщо присутня корупція, то при прийнятті владних рішень система особистих поглядів чиновника накладається на суспільну значущу систему поглядів структурної одиниці.

Опис алгоритму моделі

Введемо деякі спрощення:

- Немає нестатку в матеріальному плані. Матеріальних благ вистачає на всіх і на все.
- Громадяни поосібно не перевищують своєї влади.
- Влада прислухається до думки громадян.
- Кандидати на виборах чесно проголошують свої плани та намагаються їх дотримуватися.

Ініціалізація моделі:

- Визначимо структуру суспільства: кількість рівнів та складові кожного з них.
- Для кожної групи, введемо відстані між її членами. Як одне з найпростіших наближень, можна використати циклічні індекси.
- Задаємо питання системи поглядів.
- Визначаємо кількість політичних сил та їх погляди.

Взаємодія між об'єктами в суспільстві:

- Етап перший: взаємодія між об'єктами однакових рівнів.
 - Проводимо обмін поглядами між членами кожної групи. Ймовірність взаємодії залежить від відстані між об'єктами. Для розрахунку ймовірностей пропонується взяти розподіл Гауса. Причому спочатку відбувається взаємодія з ближчими об'єктами, а потім із більш віддаленими. Якщо ж взаємодія відбувається, то вона проходить в обох напрямках і відбувається наступним чином:

Якщо один об'єкт діє на інший, то взаємодія відбувається по кількох питаннях, які є найбільш вагомими для нього, тобто мають найбільше значення погляду по модулю. При взаємодії по конкретному погляду використовуємо наступну формулу впливу:

$$\text{influence}_{x \rightarrow y} = \frac{1}{2} |x_{p_i} - y_{p_i}| \cdot k_{\text{infl}_{x \rightarrow y}}, \quad (1)$$

де x_{p_i} та y_{p_i} – значення i -го погляду для об'єкта x та y відповідно,

$$k_{\text{infl}_{x \rightarrow y}} = \frac{\cos(\pi \cdot y_{p_i}) + 1}{2} \cdot \Delta, \quad \Delta \text{ – максимально можлива зміна погляду за ітерацію.}$$

- Проводимо взаємодію між об'єктами одного рівня, які не знаходяться в одній групі. Для цього випадковим чином обираємо деяку кількість пар об'єктів, та проводимо взаємодію між ними як було описано вище.
- Етап другий: взаємодія між об'єктами сусідніх рівнів.
 - Складові об'єкта діють системою поглядів сформованою як середнє арифметичне їх поглядів на цей об'єкт за формулою (1).
 - Взаємодія із складовими нижчого рівня проводиться з кожним об'єктом без виключення. Вплив відбувається за формулою (1).
- Етап третій: вплив ЗМІ. Вплив відбувається односторонньо.

- Для кожної політичної сили вибираємо об’єкт другого або вищого рівня і діємо з деякою ймовірністю на всі елементи в середині вибраного об’єкта за формулою (1).
- Для політичної сили, яка знаходиться при владі береться найвищий об’єкт.

Процес виборів:

Для кожного виборця знаходимо найближчу політичну силу. Відстань розраховуємо за формулою:

$$d(x, y) = \sum_i^{n_p} \begin{cases} \text{sgn}(x_{p_i}) + \text{sgn}(y_{p_i}) \neq 0, |x_{p_i} - y_{p_i}| \\ \text{sgn}(x_{p_i}) + \text{sgn}(y_{p_i}) = 0, |x_{p_i} - 2 \cdot y_{p_i}| \end{cases}$$

де n_p – кількість значень у системі поглядів, sgn – сигнум функція, x_{p_i} та y_{p_i} – значення i -го погляду для виборця та політичної сили відповідно.

Якщо відстань не перевищує деякого порогового значення, зараховуємо голос цій політичній силі.

Висновки

У статті запропонована ієрархічна самоподібна модель сучасного суспільства для прогнозування перерозподілу влади у ньому між політичними силами під час виборів. Модель має покроковий опис алгоритму, що робить досить простим завдання її комп’ютерної реалізації та дозволить проводити чисельні експерименти з нею за допомогою комп’ютера.

Побудована модель може бути використана для спроби прогнозування результатів виборів у сучасному суспільстві. Більшість вхідних даних можна взяти з статистичних даних (структуру рівнів, кількість виборців) та соціальних опитувань (питання, які найбільш важливі для суспільства).

Наведена модель була розроблена з урахуванням можливості комп’ютерного моделювання і аналізу результатів, що робить її більш привабливою та затребуваною. Для того, щоб модель була більше наближеною до реальності було б добре враховувати корупцію. Однак корупція здебільшого зумовлена бажанням покращити матеріальний стан в той чи інший спосіб. Для цього у майбутніх дослідженнях можна ввести економічну складову, що суттєво ускладнить модель.

Список використаної літератури:

1. Easton D. An Approach to the Analysis of Political Systems // Political System and Change. Princeton, N. J., 1986. P. 24.
2. Almond Gabriel A. The Political of Developing Areas / Gabriel A. Almond and James Coleman, Princeton, NJ.: Princeton University Press, 1960. P. 7.
3. Михайлов А. П. Моделирование системы «власть-общество». — М.: Физмат-лит, 2006. - 144 с.
4. М. Г. Дмитриев, А. А. Павлов, А. П. Петров, Модель «власть-общество-экономика» для случая слабокоррупцированной дискретной иерархии, Матем. моделирование, 2012, том 24, номер 2, 120–128
5. Прончева О.Г. Модель системы 'Власть-Информация-Общество' // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2018. № 11. 15 с.
6. Дмитриев М.Г., Петров А.П. Математическая модель «Власть-общество-инфраструктура-производство» // В сб. «Тезисы докладов и выступлений Всероссийского социологического конгресса: Глобализация и социальные изменения в современной России, т.11, 3-5 октября 2006 года». М.: Альфа-М, 2006, с.123-124.
7. Дмитриев М.Г. Макаров Д.А. Павлов А.А. Кафарова М.В. Стабилизация в нелинейной модели «власть – общество – экономика». // Математическое моделирование и информатика социальных процессов, 2016, 18. 54-67
8. Петров А.П., Степанцов М.Е. Дискретная распределенная модификация модели «власть-общество» на основе клеточного автомата // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2014. No 100. 19 с.

9. Степанцов М.Е. Учет экономических факторов, коррупции, и транспортных связей в модели “власть-общество” на основе клеточного автомата// математическое моделирование социальных процессов: сборник трудов, выпуск 19. — М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2017. — 140 с.
10. Степанцов М.Е. Моделирование системы «власть-общество-экономика» на основе клеточного автомата // Компьютерные исследования и моделирование, 2016, т. 8, № 3, с. 561-572

Bibliography:

1. Easton D. (1986) An Approach to the Analysis of Political Systems. Political System and Change. Princeton, p. 24
2. Almond A., Coleman J., (1960) The Political of Developing Areas, Princeton University Press, p. 7
3. Mikhailov A. P. (2006) Modellirovaniie sistemy “Vlast-Obshchiestvo” [“Power-Society“ model]. Phizmatlit – PhysMath-lit [In Russian]
4. Dmitriev M.G., Pavlov A.A., Petrov A.P. Model “Vlast- Obshchiestvo-Ekonomika” dlia sluchaia slabokorrumpirovannoi diskrietnoi iierarkhii [The “Power-Society-Economy” Model With A Slightly Corrupt Discrete Hierarchy]. Matem. modellirovaniie – Math. Modeling, vol. 24 (2), 120–128 [In Russian]
5. Proncheva O.G. (2018) “Vlast-informatsiia-obshchestvo” model [“Power-Information-Society” model]. Preprynti IPM im. M.V. Keldesha – Preprints of KIAM named after M.V. Keldysh. 11, p. 15 [In Russian]
6. Dmitriev M.G., Petrov A.P. (2006, Oct. 3-5) Matematicheskaia model “Vlast- Obshchiestvo-Infrastruktura-Proizvodstvo” [«Power-Society-Infrastructure-Production » mathematical model]. V sbornikie “Tezisy dokladov i vystuplenii Vserossiiskogo sotsiologicheskogo kongressa: Globalizatsiia i sotsialniie izmenieniia v sovremennoi Rossii” – In compilation “Theses of reports and speeches of the All-Russian Sociological Congress. Globalization and social changes in modern Russia”, vol.11, 123-124 [In Russian]
7. Dmitriev M.G. Makarov D.A. Pavlov A.A. Kafarova M.V. (2016)Stabilizatsiia v nelineinoy modeli “Vlast-Obshchiestvo- Ekonomika” [Stabilization in a nonlinear model « Power-Society-Economy»]. Matematicheskoe modellirovaniie i informatyka sotsialnikh protsesov – Mathematical modeling and informatics of social processes, 18. 54-67 [In Russian]
8. Petrov A.P., Stepantsov M.E. (2014) Diskrietnaia raspriedieliennaia model “Vlast- Obshchiestvo” na osnovie kletochnogo avtomata [Discrete distributed modification of the “Power-Society” model based on a cellular automaton]. Preprynti IPM im. M.V. Keldesha – KIAM Preprints M.V. Keldysh., 100, p.19. [In Russian]
9. Stepantsov M.E. (2017) Uchiet ekonomicheskikh faktorov, korruptsii i transportnikh svyazei v modeli “Vlast-Obshchiestvo” na osnovie kletochnogo avtomata [Consideration of economic factors, corruption, and transport ties in the “Power-Society” model based on a cellular automaton]. Matematicheskoe modellirovaniie sotsialnikh protsesov – Mathematical Modeling of Social Processes: Proceedings, Issue 19. KIAM Preprints M.V. Keldysh., p. 140 [In Russian]
10. Stepantsov M.E. (2016) Modellirovaniie systemy “Vlast- Obshchiestvo-Ekonomika” na osnovie kletochnogo avtomata [Modeling of the “Power-Society-Economy” system based on a cellular automaton].Kompiuternoie issliedovanie i modellirovaniie – Computer Research and Modeling, vol. 8 (3), 561-572 [In Russian]

MORHUN Mykola,

PhD student, The Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy

HIERARCHICAL SELF-SIMILAR MODEL OF POWER REDISTRIBUTION IN MODERN SOCIETY

Summary. Introduction. Nowadays more and more interest is being paid to social processes. In the second part of XX century some models related to society began to emerge. The most famous are model of a political system by D. Easton and structural and functional model by G. Almond. With significant technical progress, computing resources grew significantly and this caused demand to move from descriptive and diagram style models to more strict and formal to be able to use computer simulation. One of such models is “power-society” model by A. Mikhailov. That model considers distribution of power between hierarchical levels of a government branch and between people and government itself. But one of the very important questions in modern society is distribution of power between political forces and election result forecasting, on which this article is focusing.

Purpose. The aim of this article is to create a model of power redistribution between political forces in modern society.

The article discusses the nature of power which a society has over its members and explains some aspects of its moving.

In the article is suggested a model of modern society, using which it is possible to simulate power redistribution via election, i.e. try to predict elections result. The model considers not only citizens, but also governmental structures, their political position and influence to citizens and vice versa.

In the article discussed structure of a model unit including its internal blocks and connections as well as external interactions and political views. With introduced structure of a model unit, corruption mechanism might be explained. The suggested model unit structure is self-similar that simplifies the model representation for computer simulation.

The approach used in the model could be used to represent a country or its subpart as well as relations between different countries, i.e. a world might be simulated using this model.

A more formal description is given to simplify computer implementation of the model.

Conclusions. *Model of power redistribution between political forces by election has been developed. The model is hierarchical and self-similar. Given algorithm of computer implementation of the model.*

Keywords: *model, power, elections, society.*

*Одержано редакцією 21.06.2018 р.
Прийнято до публікації 19.09.2018 р.*