

0. Загальні проблеми фізики

УДК: 536 , 519.2

PACS: 02.50.-r, 05.20.-y

ЕНТРОПІЯ ВИБОРІВ

В. Т. Швець

Одеська національна академія харчових технологій

вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 650039

E-mail: navchannia2000@ukr.net

Анотація

У статті запропонована формула оцінки рівня свободи вибору людини під час виборів, аналогічна формулі для ентропії у статистичній фізиці і інформаційній ентропії у теорії інформації. Формула застосована для порівняння свободи виборів на президентських і парламентських виборах в Україні і Російській федерації.

Ключові слова: ентропія, свобода вибору, президентські вибори в Україні

1. ВСТУП

Статистична фізика впевнено завойовує нові позиції в царинах, що здавалося б не мають до неї жодного стосунку. Одним з засадничих понять статистичної фізики є поняття ентропії. У 1877 році геніальний австрійський фізик Людвіг Едуард Больцман першим зрозумів зв'язок ентропії фізичної системи з ймовірністю її перебування в тому, чи іншому макроскопічному стані, пов'язаною з кількістю мікростанів, які реалізують даний макроскопічний стан [1-4]. У 1948 році знаменитий американський електротехнік і математик Клод Елвуд Шеннон запропонував використовувати поняття ентропії для оцінки невизначеності інформації про ту, чи іншу подію [5-7]. Тим самим він започаткував нову математичну дисципліну – теорію інформації, де ентропія отримала назву інформаційної ентропії. Зв'язок інформаційної ентропії з ймовірністю настання тої, чи іншої події він запропонував у такому ж вигляді як і зв'язок перебування системи в тому,

чи іншому макроскопічному стані, тобто, фактично використав для інформаційної ентропії формулу Больцмана. Розглянемо формулу для інформаційної ентропії.

2. ЕНТРОПІЯ, ІНФОРМАЦІЙНА ЕНТРОПІЯ І ЕНТРОПІЯ ВИБОРІВ

Нехай ми проводимо випадковий експеримент з наслідками E_1, E_2, \dots, E_n , що можуть реалізовуватися з ймовірностями p_1, p_2, \dots, p_n . Тоді інформація, отримана нами у висліді цього експерименту є випадковою величиною, що приймає значення $I(E_i)$ при настанні наслідку експерименту E_i . При цьому

$$I(E_i) = -\log_2(p_i). \quad (1)$$

Математичне очікування цієї інформації (інформаційна ентропія), тобто середня кількість інформації, що припадає на один наслідок експерименту, визначається стандартним чином [8]

$$M(I) = \sum_{i=1}^n p_i I(E_i). \quad (2)$$

Останній результат можна записати і у формі, прийнятій для статистичної фізики і теорії інформації

$$S = -\sum_{i=1}^m p_i \log_2(p_i). \quad (3)$$

Багато політичних процесів нагадують випадковий експеримент. Зокрема, на нашу думку, таким процесом є вибори різних рівнів. Якщо можливими наслідками цього політичного процесу вважати перемогу того, чи іншого кандидату, тобто події E_1, E_2, \dots, E_n з ймовірностями p_1, p_2, \dots, p_n , то для оцінки результатів виборів можна використати попередню формулу. Тепер було б доцільно використовувати замість терміну інформаційна ентропія терміну ентропія виборів. Найперше вона характеризує рівень невизначеності результатів виборів. Чим більше кандидатів на вибірну посаду і чим 2івномірніше розподілені ймовірності перемоги різних кандидатів, тим більшою є ентропія виборів, тим більшою є інформаційна ентропія. Цю універсальну властивість ентропії застеріг ще Людвіг Едуард Больцман.

У разі двох кандидатів, що мають рівні шанси на перемогу, тобто у найпростішому політичному випадковому експерименті ентропія виборів, так само як і інформаційна ентропія, ми отримуємо результат 1. В теорії інформації така кількість інформації називається бітом. У нашому випадку її доцільніше було б назвати інакше, наприклад, фрід – від перших літер англійського слова freedom – свобода. Саме для того, щоб у найпростішому політичному експериментів ми отримали відповідь одиницю, логарифм у формулі для ентропії виборів доцільно брати за основою два.

Принагідно зауважимо, що у багатьох країнах, рівень демократії у яких вважається високим, фактично вибори і відбуваються між двома кандидатами з приблизно рівними шансами на перемогу. Ясно, що у цьому разі ентропія вибору буде доволі малою, порівняно наприклад, з Україною.

У Радянському Союзі вибори завжди проводились на безальтернативній основі. Це означає, що одна з ймовірностей, наприклад, $p_1 = 1$, а всі інші дорівнюють нулю. У такому разі формула для ентропії виборів дає нульовий результат.

Якщо вибори проходять у два тури, то для другого туру слід використати ту саму формулу для ентропії виборів, а результати, відповідно до універсальної властивості ентропії двох незалежних підсистем однієї системи, скласти

$$S = S_1 + S_2, \quad (4)$$

де окремі доданки у правій частині знаходяться аналогічно виразу, наведеному вище.

З нашої точки зору ступінь невизначеності результатів виборів свідчить про рівень свободи виборця на таких виборах, тобто про рівень свободи самих виборів. Тому, оскільки конкуруючих варіантів означення з очевидних причин немає, ми пропонуємо ентропію виборів називати рівнем свободи виборів. При цьому, якщо виборець голосує за i -го кандидата, то він реалізує свою свободу вибору у кількісному вимірі як $-\log_2(p_i)$.

Важливим є питання джерела інформації про ймовірності перемоги окремих кандидатів. Насправді, головним джерелом інформації про ці ймовірності є результати виборів. Тоді ці ймовірності просто дорівнюють долям виборців, що проголосували за даного кандидата. Доволі точно інформацію можна отримати про ці ймовірності і на

основі вивчення різноманітних соціологічних досліджень, але це також вибори при доволі обмеженому обсягу вибірки, тобто виборців.

Із виборами нерозривно пов'язана така політична субстанція як влада. Необмежена влада ніколи не спирається на будь-які вибори. У 1917 році у Російській імперії до влади прийшли більшовики, не отримавши мандат на владу від виборців. Їх влада була страхітливою. Далі комуністична партія почала імітувати вибори у деякі другорядні ланки державного управління, проводячи їх на безальтернативній основі. Вся ж партійна ієрархія, що мала в країні абсолютну владу, ніколи не отримувала мандат виборців. Нам видається, що таке поняття як влада нерозривно пов'язане з такою добре окресленою характеристикою як ентропія, точніше ентропія виборів. В якості такого зв'язку ми пропонуємо його найпростіший варіант. Влада, мандат на яку дають саме вибори, є величиною, оберненою до ентропії виборів, тобто

$$V = 1/S . \quad (5)$$

У цьому разі влада, отримана на безальтернативних виборах, або взагалі без виборів, є абсолютною. У нашій математичній моделі нескінченною. Такою була влада комуністичної партії у Радянському Союзі, такою є і сьогодні влада комуністичної партії у Китаї.

3. ПРЕЗИДЕНТСЬКІ І ПАРЛАМЕНТСЬКІ ВИБОРИ В УКРАЇНІ

Доволі корисно протестувати запропоновані формули на основі результатів виборів в Україні. В інтернеті відповідна інформація легко доступна, тому надалі не використовуватимемо конкретних посилань на її джерела. На наступній діаграмі наведені результати президентських виборів в Україні за роки незалежності.

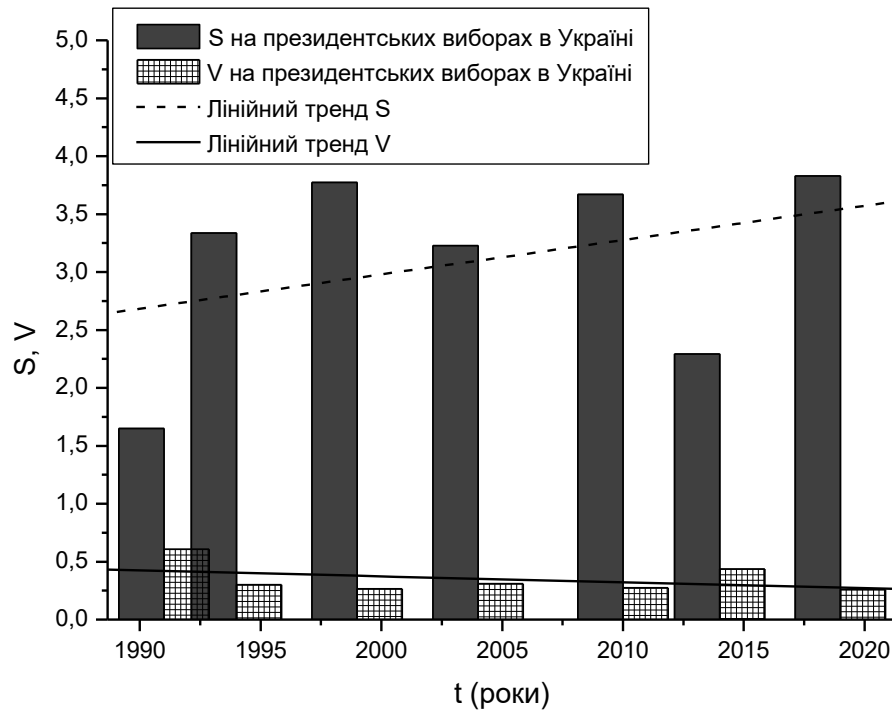


Рис. 1. Президентські вибори в Україні.

З діаграми видно, що рівень свободи виборів в Україні є надзвичайно високим, можливо найвищим у Європі. Найнижчим цей рівень був на перших виборах в новітній історії України. На нашу думку це зумовлювалось інерцією мислення виборців, а також і кандидатів, внаслідок ще недавнього радянського минулого. Відносно малим цей рівень був і на виборах у 1914 році. Тоді на Україну насувалась неминуха війна з Російською федерацією. Бажання очолити державу у цей трагічний для України час було порівняно небагато. Вибори у два тури були б занадто небезпечними для країни. Відповідальність виборців за долю держави визначила саме такий результат. Один з кандидатів впевнено переміг уже в першому турі.

Найвищим рівень свободи виборів був на останніх виборах у 2019 році. Тут вибори відбувались у два тури. Кількість кандидатів була безпрецедентно високою. Переможець другого туру у першому набрав лише трохи більше тридцяти відсотків голосів виборців.

Якщо ж прослідкувати всі президентські вибори у незалежній Україні, то спостерігається чітка тенденція до зростання рівня свободи виборів.

Другим вагомим результатом президентських виборів є те, що потенціал влади, отриманої переможцем виборів, є доволі невеликим, можливо найменшим у Європі, і цей потенціал має тенденцію до зменшення. Тобто, чим вільнішими є вибори, тим менше делегованої виборцями влади опиняється у руках переможця. Рівень свободи виборів – це рівень реальної влади народу. Потенціал влади – це, по суті, реальна влада переможця. Якщо ж переможець забуває про межі своєї влади, то неминучим є повстання народу з трагічними наслідками для узурпатора. Такий досвід уже є в нещодавній українській історії.

На наступні діаграмі наведені аналогічні результати парламентських виборів в Україні за роки незалежності.

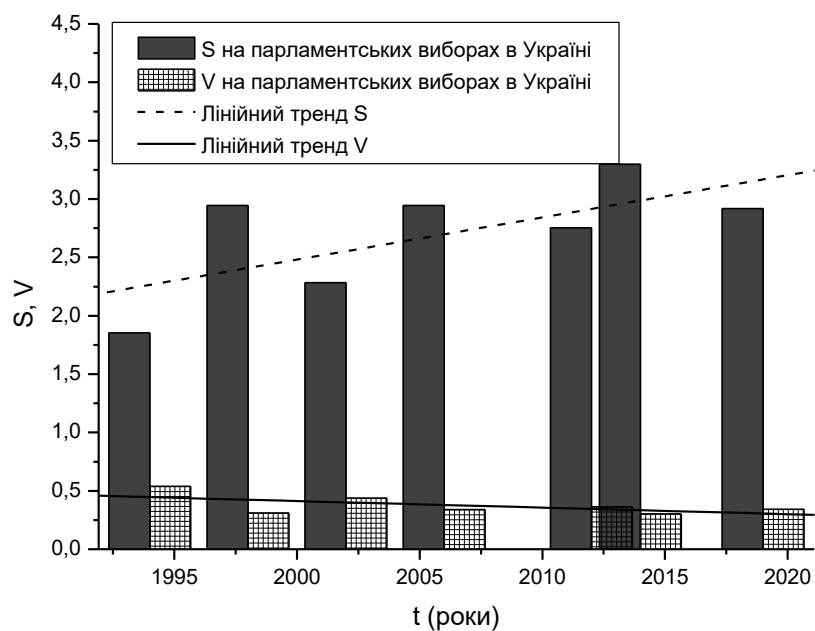


Рис. 2. Парламентські вибори в Україні.

Рівень свободи на парламентських виборах також доволі високий і добре корелює з рівнем свободи президентських виборів. Він також має тенденцію до зростання. Найнижчою свобода виборів була на перших парламентських виборах у 1994 році, що узгоджується з найнижчим показником президентських виборів. Проте найвищою вона була у найважчий для України 2014 рік. Реальні шанси на перемогу отримала більша

кількість політичних партій, а голоси рівномірніше, ніж на інших парламентських виборах, розподілились між ними. Обравши у травні місяці президента український виборець на патріотичній хвилі завів у парламент величезну кількість національно свідомих депутатів. Зайшли також і партії, що за інших умов не мали такого шансу. У парламенті не з'явилась велика кількість депутатів від окупованих Російською федерацією областей України, традиційно ортогональна до українських цінностей. Ще ніколи парламент не працював так ефективно, як у період з 2014 по 2019 роки.

4. ПРЕЗИДЕНТСЬКІ І ПАРЛАМЕНТСЬКІ ВИБОРИ В РОСІЙСЬКІЙ ФЕДЕРАЦІИ

Українські вибори найдоцільніше порівнювати з виборами у країнах, що виникли на руїнах Радянського Союзу. Важливим фактором тут є спільність стартових політичних і економічних умов. Також важливим вирівнюючим фактором є менталітет радянської людини, присутній у всіх, навіть найвіддаленіших куточках колишнього Радянського Союзу на момент його розвалу. Якби результатів виборів у різних країнах виявили суттєві відмінності, то ці відмінності, у першу чергу, були б зумовлені відмінностями етнічного походження.

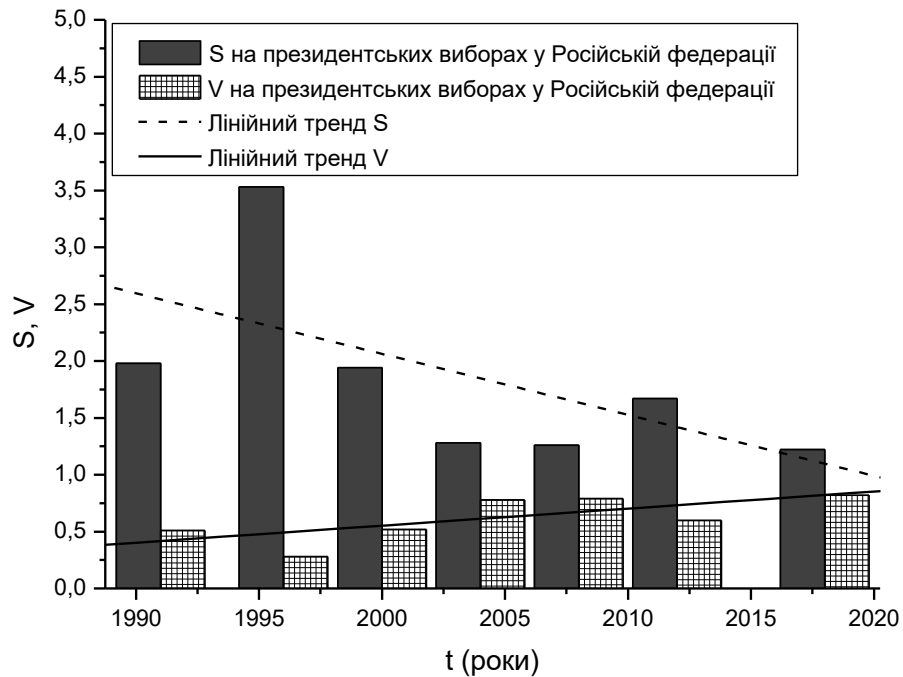


Рис. 3. Президентські вибори у Російській федерації.

Вибір Російської федерації в якості об'єкту для порівняння є цілком зрозумілим з різних міркувань. Безумовно, було б вкрай доцільно провести порівняльний аналіз стосовно всіх країн, що утворились на території колишнього Радянського Союзу, але це вже матеріал для багатьох наступних публікацій. Результати виборів у Російській федерації також легко доступні з інтернету і ми не робитимемо на ці результати спеціальних посилань.

З діаграми видно, що рівень свободи президентських виборів у Російській федерації відразу стартував з доволі високого рівня у 1991 році. У 1996 році він досяг максимуму, а останні майже двадцять років він демонструє очевидну тенденцію до зменшення. Безпосередніми причинами такої поведінки рівня свободи виборів є як зменшення кількості кандидатів, так і збільшення нерівномірності розподілу голосів між ними. Тобто велика кількість кандидатів отримує символічно малу кількість голосів, зате один з кандидатів отримує безпрецедентно високу їх кількість.

Цікавою є тенденція до суттєвого збільшення потенціалу влади президента в Російській федерації за останні двадцять вісім років. Стартувавши з рівня, характерного для інших демократичних країн, вона швидко збільшилась до рівня, який можна назвати авторитарним.

Результати парламентських виборів подаються на наступній діаграмі.

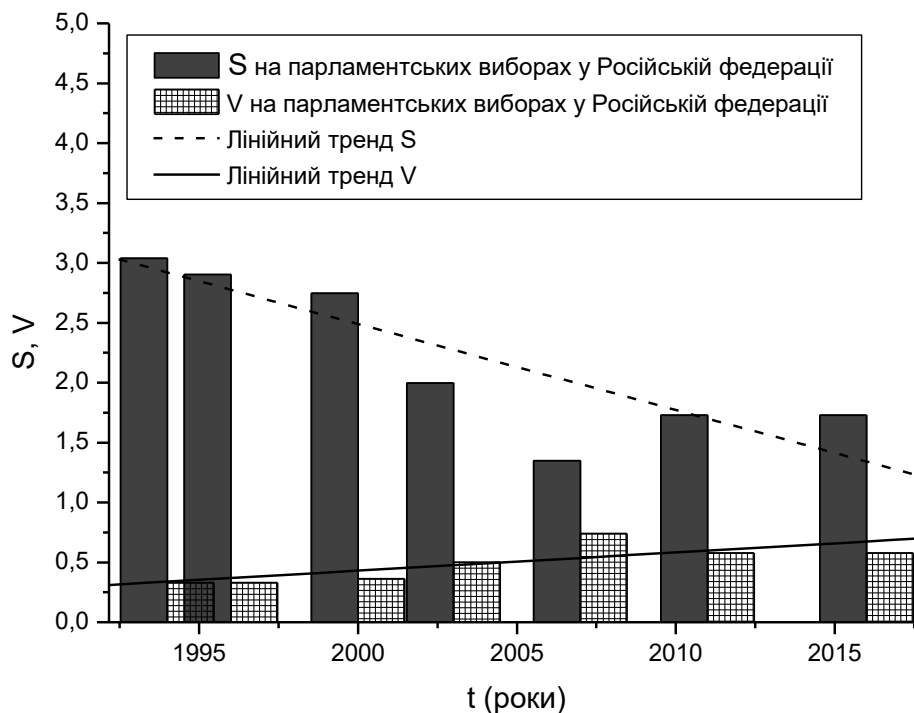


Рис. 4. Парламентські вибори у Російській федерації.

Ця діаграма також демонструє високий рівень свободи парламентських виборів у Російській федерації у 1994, 1996, 2000 роках. Проте демонструє також і потужну тенденцію до зменшення цього рівня за всі проаналізовані роки. Спостерігається також сильна кореляція між результатами президентських і парламентських виборів. Така кореляція, як і у разі України, свідчить, на нашу думку, про об'єктивний характер процесу виборів для кожного народу, як би вибори не називались. Тобто характер виборів є відбитком менталітету того, чи іншого народу, його засадничих етнічних цінностей.

5. ПОРІВНЯННЯ ВИБОРІВ В УКРАЇНІ І РОСІЙСЬКІЙ ФЕДЕРАЦІЇ

Тільки порівняння результатів виборів у різних країнах дає можливість визначитись з нашим власним місцем у сучасному світовому політичному процесі. На наступній діаграмі таке порівняння наведене для президентських виборів в Україні і Російській федерації.

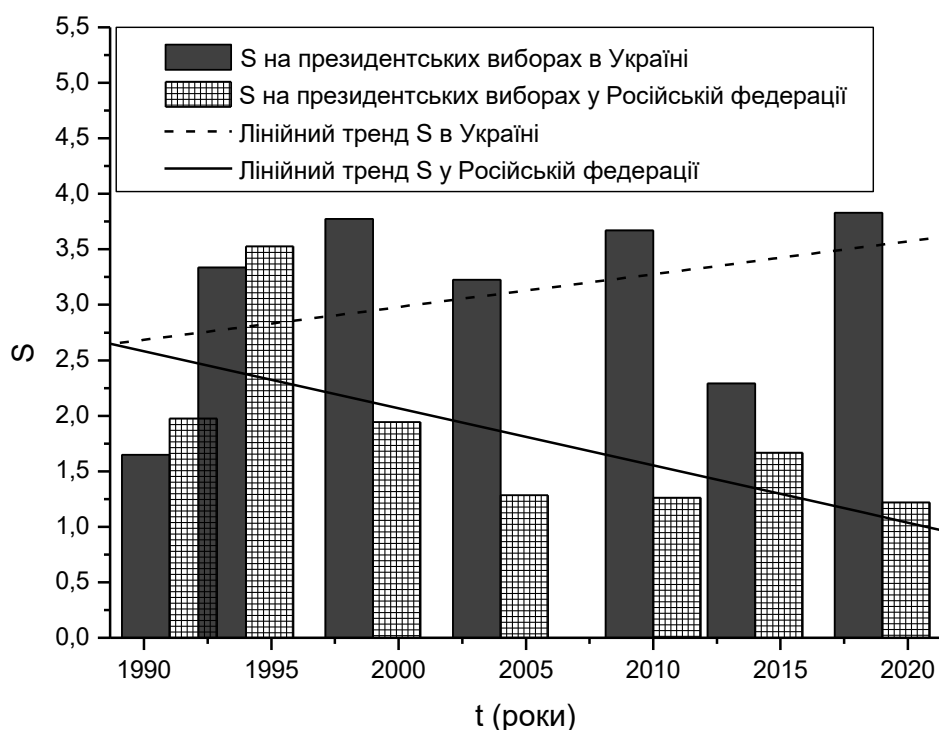


Рис. 5. Президентські вибори в Україні і Російській федерації.

З діаграми видно, що рівень свободи виборів у 1991 році стартував в обох країнах практично з одного рівня. Це цілком можна пояснити інерцією мислення українців і мешканців Російської федерації. Покоління виборців в обох країнах цілком сформувались в умовах однієї політичної реальності - Радянському Союзу. Але з часом розбіжності почали наростати. Це відбувалось в міру того, як до виборчих урн в Україні почали приходити покоління виборців, що сформувались політично, або навіть і народились в незалежній українській державі. Відповідно почала суттєво зменшуватись з природних причин кількість виборців, світогляд яких сформувався у Радянському Союзі. Така ж еволюція почалась і серед виборців Російської федерації але у прямо протилежному

напрямку. Складається враження, що радянське виховання було певним компромісом для різноманітних етнічних груп, що населяли Радянський Союз. Розпад Радянського Союзу був одночасно і зникненням цього компромісу. Далі почалась еволюція кожної етнічної групи до свого, характерного саме їй ментально світосприйняття. У висліді ми отримали на останніх президентських виборах в Україні найвищий за всю її історію рівень свободи вибору, а на президентських виборах в Російській федерації, відповідно – найнижчий. При цьому ці результати відрізняються у рази.

На наступній діаграмі ми навели порівняльний аналіз президентських виборів в обох країнах.

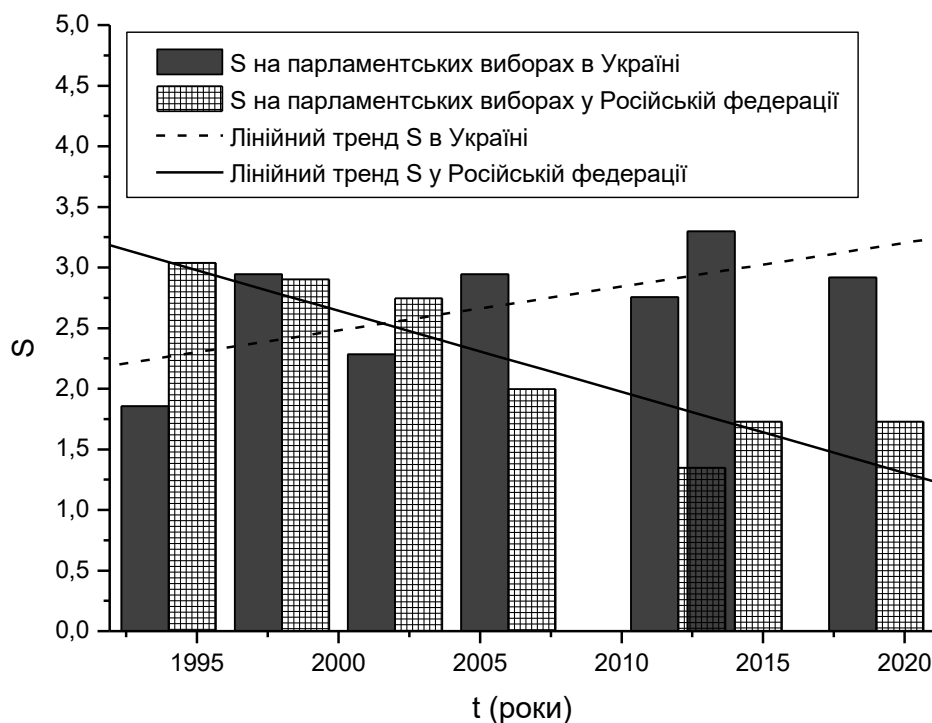


Рис. 6. Парламентські вибори в Україні і Російській федерації.

Свобода парламентських виборів в Україні і Російській федерації також суттєво відрізняється на користь більшої свободи виборів в Україні порівняно з Російською федерацією. Для України спостерігається чітка тенденція до зростання свободи виборів, для Російської федерації – чітка тенденція до її зменшення. Проте є і певні відмінності.

Свобода парламентських виборів в Російській федерації стартувала з вищих порівняно з Україною значень. Тенденція до суттєвого зменшення свободи парламентських виборів у Російській федерації стала виразною за останні двадцять років, коли помітно зросла концентрація влади в руках президента.

Як і у разі президентських виборів, результати всіх останніх парламентських виборів в обох країнах суттєво відрізняються між собою на користь суттєво більшої свободи виборів в Україні.

З наведеного порівняльного аналізу президентських і парламентських виборів в Україні і Російській федерації випливає, на нашу думку, твердження, що суттєва відмінність результатів виборів в обох країнах протягом майже тридцяти років свідчить про суттєву ментальну відмінність українців і мешканців Російської федерації. Швидше за все, ця відмінність запрограмована на генетичному рівні.

Сама можливість помітити і проаналізувати найдрібніші деталі як президентських, так і парламентських виборів в обох країнах на рівні чисел свідчить, на нашу думку, про те, що формули, запропоновані автором для кількісного аналізу виборів, є ефективним інструментом кількісного дослідження даного політичного процесу. Ми впевнені, що подібний підхід можна застосувати для кількісного аналізу і інших аспектів політичного життя нашої країни.

Автор висловлює щире подяку своїм колегам за плідне обговорення результатів статті [9], а також Юрію Івановичу Радковцю не тільки за корисні обговорення, але і за саму ідею застосування математичного апарату до аналізу політичних процесів.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Л. Больцман, Избранные труды. Часть 1 (Издательство Наука, Москва, 1984).

[2] Л. Больцман, Очерки по методологии физики (Гостехиздат, Москва, 1929).

[3] Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц, Статистическая физика. Часть 1 (Издательство Наука, Москва, 1976).

- [4] П. М. Якібчук, М. М. Клим, Молекулярна фізика (Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, 2015).
- [5] С. Шеннон, Работы по теории информации и кибернетике (Издательство Иностранная литература, Москва, 1963).
- [6] С. Е. Shannon, Bell System Technical Journal, **27**, 379 (1948).
- [7] С. Е. Shannon, Proc. Institute of Radio Engineers, Jan., **37**, 10 (1949).
- [8] В. Т. Швець, Теорія ймовірностей і математична статистика (Видавництво ВМВ, Одеса, 2014).
- [9] В. Т. Швець, Conference proceeding. Part 1. XII International scientific and practical conference: Information technologies and automation – 2019. October 17-18, Odesa, - P. 22 - 25.

ENTROPY OF CHOISE

V. T. Shvets

Odesa National Academy of Food Technologies

Odesa, Kanatnaya Str., Ukraine, 65039

phone: 0679545983, E-mail: navchannia2000@ukr.net

SUMMARY

Summary. The paper proposes a formula for assessing the level of human freedom of choice during elections, similar to the formula for entropy in statistical physics and informational entropy in information theory. The formula is used to compare the freedom of elections in the presidential and parliamentary elections in Ukraine and the Russian Federation.

Keywords: entropy, probability, freedom of choice, presidential election in Ukraine.

Швець Валерій Тимофійович

Тел.: 0679545983

Е-mail: valtarmax@ukr.net

Вул.. Затонського, 20, пом. 148, Одеса, 65025