

DOI: [10.18372/2225-5036.25.13378](https://doi.org/10.18372/2225-5036.25.13378)

# ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РОЗУМІННЯ ПРОЦЕСІВ УХВАЛЕННЯ КОЛЕКТИВНИХ РІШЕНЬ ВЕРХОВНОЮ РАДОЮ УКРАЇНИ

**Анатолій Качинський, Ірина Стьопочкіна**

НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»



**КАЧИНСЬКИЙ Анатолій Броніславович**, д.т.н., професор

*Рік і місце народження:* 1955 рік, с. Чернівці, Вінницька обл.

*Освіта:* Київський університет ім. Т. Шевченка, 1984.

*Посада:* професор кафедри інформаційної безпеки.

*Наукові інтереси:* математичні методи кібербезпеки.

*Публікації:* понад 190 наукових праць, серед яких 11 монографій, статті у фахових наукових виданнях.

*E-mail:* [akachynsky@gmail.com](mailto:akachynsky@gmail.com).

*Orcid ID:* 0000-0001-9642-7006.



**СТЬОПОЧКІНА Ірина Валеріївна**, к.т.н., доцент

*Рік і місце народження:* 1978 рік, м. Київ.

*Освіта:* НТУУ «Київський політехнічний інститут», 2001.

*Посада:* доцент кафедри інформаційної безпеки.

*Наукові інтереси:* системи, технології та математичні методи кібербезпеки.

*Публікації:* понад 30 наукових праць, серед яких монографії, статті у фахових наукових виданнях.

*E-mail:* [iryna.styopochkina@gmail.com](mailto:iryna.styopochkina@gmail.com).

*Orcid ID:* 0000-0002-0346-0390.

**Анотація.** Статтю присвячено розв'язанню задачі оцінки впливу фракцій парламенту, що дозволяє визначити, які політичні сили найбільше впливають на кібернетичну безпеку держави. Запропоновано методіку автоматизованого збору та обробки даних на основі відкритих результатів голосувань, зібраних з офіційного веб-ресурсу парламенту. Збір та обробка інформації для системи моніторингу діяльності законодавчих органів різних країн має засновуватись на принципах Big Data, з яких основними є швидкість обробки даних; масштабність рішень; обробка як структурованих, так і напівструктурованих даних, якими є дані із сайтів законодавчих органів. Запропоновано методіку обчислення оцінок впливу, яка враховує взаємні вподобання учасників голосувань із використанням рангів індексів збігу позицій по голосуваннях. Розроблено програмне забезпечення із використанням Java, яке дозволяє обчислювати класичний та модифікований індекси Шеплі-Шубіка, показник порогу розколу, індекс збігу позицій, індекс ефективності роботи фракцій. Відповідні обчислення виконані для фракцій ВР України VIII скликання за період з грудня 2014 по липень 2018 р. На основі кореляційного аналізу визначено взаємовпливи між фракціями, тенденції в їх фракційній дисципліні. На менших часових проміжках виявляються тенденції по взаємовпливу, які не є помітними на більш великих часових проміжках. Виявлено, що деякі фракції перевищують свій потенційний вплив в парламенті за рахунок високого порогу розколу, що свідчить про хорошу фракційну дисципліну. Низький поріг розколу і неможливість реалізації виграних коаліцій навпаки, негативно впливають на ефективність впливу фракцій. Результати дозволяють оцінити узгодженість і ефективність роботи фракцій, які є необхідною умовою отримання узгоджених рішень у сфері національної та кібернетичної безпеки держави.

**Ключові слова:** кібернетична безпека держави, індекси впливу, моніторинг, парламент, Верховна Рада, інформаційні технології.

## Вступ

Верховна Рада України є єдиним органом законодавчої влади, що уповноважений приймати закони. За умов складної ситуації на сході України, загрози втручання у внутрішньополітичні процеси в Україні, законодавчі акти, рішення прийняті парламентом суттєво позначаються на національній безпеці держави, її окремих складових, зокрема, кібербезпеці.

В сучасності поряд із традиційними способами впливу набули поширення технології ведення кібернетичної війни. Серед таких технологій - атаки, спрямовані на об'єкти критичної інфраструктури нашої держави, включаючи українські енергомережі, кібервтручання у виборчу систему та медійні канали. Саме тому злагоджена робота Верховної Ради як ніколи залежить від сформованих коаліцій, і потребує їх ефективної співпраці. Вона є сприятливим

фактором при прийнятті ВР важливих рішень, спрямованих на поліпшення стану захищеності особи, суспільства та держави.

Використання сучасних інформаційних технологій, у тому числі й Big Data для моніторингу оцінки впливу фракцій Верховної Ради дозволить визначити не тільки політичні сили, які найбільше впливають на прийняття рішень, але й дослідити внутрішньо парламентські процеси, пріоритетні напрямки майбутньої діяльності парламенту та парламентську діяльність народних депутатів.

Окрім того, за допомогою оцінки впливу фракцій Верховної Ради можна оцінити політичну самостійність Верховної Ради України у процесі прийняття важливих для країни рішень.

Результати наукових досліджень взаємовпливів фракцій ВР України при прийнятті законів, засновані на кількісних оцінках, дозволяють оцінити не тільки ефективність їх роботи, але й роблять діяльність депутатів більш прозорою та публічною, розвивають принципи та цінності європейського парламентаризму і є додатковим джерелом інформації для громадян і суспільства загалом.

Оцінки впливу учасників прийняття колективних рішень вивчалися в багатьох роботах, починаючи із середини XX сторіччя, серед яких роботи Шеплі, Банцафа, Шварца, Алескерова, де викладено аксіоматику індексів впливу та наведено деякі приклади оцінок для іноземних парламентів. В роботі [1] подібні оцінки виконано на основі індексу Банцафа та його модифікації для Верховної ради I-VII скликань. Однак, вихідні дані в існуючих роботах (зокрема, близькість позицій фракцій) одержувались на основі кластерного аналізу за ознакою відношення до президента чи уряду [2], або сталого "ідеологічного спектру" [3], що є незастосовним в умовах складності визначення критеріїв позиції фракції в деяких сферах (якою є і кібербезпека) та змін у вподобаннях фракцій за різними питаннями. В [4] надано більш об'єктивний підхід на основі голосувань, однак, спосіб визначення сили зв'язку, запропонований в роботі, не застосовний для ВР України. Слід зазначити, що в існуючих роботах не приділено належної уваги питанню автоматизації розрахунків та моніторингу парламенту. Отже, вибір відповідного математичного апарату оцінювання, який враховує схеми взаємодій в парламенті та розробка методик, які можуть бути застосовані в автоматизованому режимі для моніторингу, залишається актуальною задачею.

Метою роботи є адаптація існуючих математичних результатів в області аналізу колективних рішень на основі індексів впливу до аналізу рішень та впливів фракцій ВР України VIII скликання, за умов одержання вихідних даних лише на основі результатів голосувань; автоматизація обчислень із використанням вихідних даних із офіційного веб-ресурсу ВР України.

Дана робота є розповсюдженням підходу [4] на випадок ВР України VIII скликання, що враховує такі фактори, як політичні позиції учасників і рівень фракційної дисципліни.

Наукова новизна роботи визначається наступними результатами:

1) запропоновано методику автоматизованого збору та моніторингу результатів голосувань, що включає запропонований авторами спосіб визначення сили зв'язку між фракціями на основі матриці рангів індексів збігу позицій фракцій;

2) розроблено програмне забезпечення для автоматизованого збору та обчислення класичного, модифікованого індексів впливу, індексу ефективності впливу, порогу розколу, індексу збігу позицій.

3) здійснено аналіз результатів оцінки впливів фракцій Верховної Ради України VIII скликання за період з грудня 2014 року по липень 2018 року включно, в тому числі здійснено кореляційний аналіз взаємовпливу фракцій.

### Постановка задачі

Для вирішення проблеми кількісної оцінки впливу фракцій парламенту України (а саме, ВР України VIII скликання), враховуючи основні принципи діагностичної аналітики [5], необхідно реалізувати наступні кроки:

1. Проаналізувати існуючі математичні підходи щодо визначення оцінки впливу за результатами голосувань фракцій та вибрати методику, де були би враховувані не тільки політичні вподобання, але й фракційна дисципліна.

2. Запропонувати методику збору відповідних даних, засновану на принципах Big Data.

3. Розробити програмне забезпечення для автоматизованого збору необхідних даних.

4. Реалізувати дане програмне забезпечення.

5. Проаналізувати оцінки впливу фракцій парламенту.

6. Здійснити кореляційний аналіз взаємовпливу фракцій ВР України.

### Аналіз існуючих математичних підходів та вибір методики

В якості кількісних методів аналізу впливу учасників колективних рішень, будемо використовувати індекси впливу, розглянуті в [4, 6, 7]. Проаналізуємо їхні переваги та недоліки, та оберемо такі, які є придатними для оцінки впливовості фракцій із урахуванням політичних вподобань.

Оскільки індекси впливу засновані на поняттях теорії ігор, введемо відповідні визначення. Парламент будемо розглядати як множину з  $n$  гравців, тобто  $N = \{1, \dots, n\}$ , гравцями вважаються фракції та/чи групи парламенту. Для прийняття рішень створюються коаліції - об'єднання фракцій та/чи груп парламенту, тобто підмножини  $N$ .

**Виграшною** є коаліція, яка має таку кількість голосів, що більш або дорівнює квоти голосування.

Гравець  $i$  називається **ключовим** в коаліції  $S$ , якщо коаліція з ним є виграшною, а без нього стає програвною.

Існуючі варіанти індексів впливу можна поділити на ті, що враховують голоси "за" та "проти" (двохальтернативні); або голоси "за", "проти" та "утримався" (трьохальтернативні). Оскільки альтернатива "утримався" використовується в голосуваннях парламенту досить рідко, будемо розглядати надалі двохальтернативні варіанти індексів.

З іншого боку, індекси можуть бути поділені на *класичні*, та *модифіковані*.

**Класичні індекси** (серед яких індекс Банцафа, Дігена-Пакела, Шеплі-Шубіка, Коулмена та ін.) вимірюють потенціал гравця, тобто його впливовість, за наявності певної кількості голосів. Індекс Дігена-Пакела бере до уваги тільки мінімальні вигранні коаліції (вигранна коаліція  $S$  називається мінімальною, якщо всі гравці в ній ключові). Індекс Коулмена обчислює впливовість на основі оцінки можливості гравця блокувати рішення, що приймаються колективно. Індекс Джонстона враховує загальну кількість ключових гравців в коаліції, і припускає, що найбільший вплив має гравець, який є єдиним ключовим в своїй коаліції. Ці індекси є застосовними для певних часткових випадків. Для більш загального випадку використовують індекс Банцафа чи індекс Шеплі-Шубіка. Перевагою індекса Шеплі-Шубіка є те, що коаліції мають різну вагу (він враховує розмір коаліції, в якій фракція є ключовою), тоді як за індексом Банцафа всі вони є рівномірними.

Класична формула індекса Шеплі-Шубіка  $i$ -го гравця має вид:

$$\sigma(i) = \sum_{s \in W_i} \frac{(n-s)!(s-1)!}{n!},$$

де  $s$  - число гравців в коаліції  $S$ ,  $W_i$  - множина виграних коаліцій.

**Модифіковані індекси** дають більш реальну оцінку, завдяки врахуванням вподобань гравців стосовно партнерів по коаліції (наприклад, індекс Алескерова [7], модифікований індекс Банцафа, Шеплі-Шубіка чи ін.).

Зокрема, модифікований індекс Шеплі-Шубіка  $i$ -го гравця заснований на тому, що вага кожної коаліції залежить не тільки від її розміру, але і від відносин і переваг між гравцями, а саме враховує зв'язки всередині коаліції у вигляді функції сили зв'язку  $f$ :

$$\sigma'(i) = \sum_{s \in W_i} \frac{(n-s)!(s-1)!}{n!} f(i, s),$$

де  $n$  - це загальне число гравців;  $s$  - число гравців в вигранній коаліції  $S$ , причому  $i$ -й гравець є ключовим гравцем в відповідній коаліції  $S$ .

В роботі [7] запропоновано ряд варіантів задання функції  $f(i, s)$ . Виходячи з реальних політичних відносин між фракціями Верховної Ради України, запропонуємо обрати функцію сили у формі  $f(i, s) = \min p_{ij}$ , оскільки в дійсності, якщо фракція має партнерські відносини з усіма членами коаліції крім одного, з яким вона перебуває у політичній ворожнечі, то можливість формування такої коаліції, куди входить ця фракція, є набагато менш реальною.

Для визначення функції сили необхідно визначити  $p_{ij}$  - силу зв'язку гравця  $i$  з гравцем  $j$ . Запропонуємо робити це за допомогою матриці  $\|p_{ij}\|$  вподобань гравця  $i$  до інших гравців, як матриці рангів гравців. Під **рангом** в даному випадку маємо на увазі невід'ємне число, яке дорівнює кількості фракцій, з якими фракція  $i$  буде вступати в коаліцію менш охоче, ніж з фракцією  $j$ . Методику визначення рангів фракцій на основі індексів збігу позицій та побудо-

ваної по них матриці вподобань за результатами голосувань запропонуємо нижче. Тоді для найбільш вірогідного союзника матимемо ранг  $(N-1)$  (без врахування даної фракції), а найменш вірогідного 0.

**Методика визначення сили зв'язку  $p_{ij}$  за результатами голосувань.** Щоб вимірювати силу зв'язку фракції таким способом, треба розглядати тільки ті результати голосувань, коли фракції голосували консолідовано. Наприклад, якщо в конкретному голосуванні 50% депутатів фракції проголосувало «за», а 50% - «проти», то в даному випадку ми не можемо говорити про єдину позицію фракції (тобто позиція фракції в даному голосуванні не визначилася) і тому такі голосування необхідно виключити з аналізу.

Для того, щоб ввести межу, коли результат голосування приймається до розгляду, в [4] запропоновано поняття порога розколу  $s$ , щодо якого будемо вважати, що позиція фракції визначена, якщо за будь-яку альтернативу («за» або «проти») проголосували не менше  $s\%$  депутатів фракції.

**Індекс збігу позицій** фракцій обчислюється як частка голосувань, в яких позиції фракцій збіглися:

$$C(i, j) = \frac{N_{ij}^c}{N_{ij}}, \text{ де } N_{ij}^c - \text{кількість голосувань, в яких}$$

позиції груп  $i$  та  $j$  збіглися (тобто або обидві проголосували «за», або обидві «проти»);  $N_{ij}$  - загальна кількість голосувань, в яких позиції обох фракцій визначилися (згідно порогу розколу  $s$ ). Ранги будемо визначати за величиною індексів збігу, і використовувати їх в якості елементів матриці вподобань. Значення індексу збігу позицій залежить від порога розколу  $s$  (який може бути різним для різних фракцій в залежності від їх рівня фракційної дисципліни).

Для врахування рівня фракційної дисципліни в модифікованому індексі впливу Шеплі-Шубіка кількість голосів кожної фракції треба зменшити за наступним принципом: групи  $i$ -ї фракції треба ранжувати за рівнем фракційної дисципліни відповідно до значень  $s_1, s_2, \dots, s_k$  від більшого до меншого. А саме, число голосів фракції з найбільшим порогом розколу  $s_i$  залишається незмінним, а число голосів інших фракцій індексується множенням на коефіцієнт  $\frac{s_i}{s}$ . Таким чином, фракція з максимальним рів-

нем фракційної дисципліни задає певний поріг, щодо якого індексуються (зменшуються) голоси інших фракцій.

**Індекс ефективності впливу.** Потенційний або апріорний вплив кожного гравця, що вимірюється класичними індексами впливу, залежить тільки від розподілу голосів між гравцями і правилом прийняття рішень. Але який у гравця буде реальний вплив, залежить тільки від нього самого, яким чином він буде будувати систему відносин з іншими гравцями, в рамках тих можливостей, які визначаються його потенціалом.

Щоб оцінити, наскільки ефективно гравець використовував свій потенційний вплив, використаємо індекс ефективності впливу. Він визначається як відношення реального впливу до потенційного:

$$\varepsilon(i) = (\sigma^M(i)) / (\sigma(i)).$$

Для оцінки потенційного впливу тут використаний класичний індекс Шеплі-Шубіка, а для оцінки реального впливу - модифікований індекс Шеплі-Шубіка. В загальному випадку в знаменнику може бути будь-який інший класичний індекс впливу, а в чисельнику - інший індекс, що оцінює реальний вплив. Якщо індекс ефективності впливу більше одиниці, то можна зробити висновок, що група або фракція перевищила свій потенціал в парламенті при прийнятті рішень, якщо менше - то навпаки, не повно його використала.

#### Алгоритм побудови оцінок впливу фракцій в парламенті

З використанням наведених вище індексів запропонуємо наступний алгоритм для побудови оцінок впливу фракцій в парламенті:

1. Зафіксувати на середину кожного місяця кількість депутатів в групах та фракціях ВРУ.

2. Відкидаючи завідомо "провальні" чи "одностайні" голосування, сформувавши перелік інформативних голосувань по місяцях.

3. Побудувати залежність числа голосувань, в яких фракція не визначилася, від порога розколу  $s$ , на основі якої визначаються пороги розколу для кожної фракції  $s_1, s_2, \dots, s_k$ .

4. На основі отриманих порогів для кожної пари фракцій обчислити індекс збігу позицій по місяцях.

5. Для кожного місяця на основі отриманих індексів збігу позицій побудувати матрицю вподобань  $||p_{ij}||$ , як матриці рангів індексів збігу позицій фракцій.

6. З матриці вподобань визначити значення функції сили зв'язку

$$f(i, s) = \min p_{ij}.$$

7. Число голосів кожної фракції проіндексувати (зменшити) відповідно до порогів розколу для кожної фракції  $s_1, s_2, \dots, s_k$ .

8. Далі окремо для кожного місяця на основі нового розподілу чисельності розрахувати модифікований індекс Шеплі-Шубіка.

9. Отриманий індекс нормувати для отримання значень на проміжку  $[0;1]$

$$\sigma^M(i) = \frac{\sigma'(i)}{\sigma'(i) + \dots + \sigma'(n)}.$$

10. Для оцінки динаміки ефективності впливу обчислити індекс ефективності впливу:

$$\varepsilon(i) = \frac{\sigma^M(i)}{\sigma(i)}.$$

#### Методика моніторингу та автоматизованого збору даних

Моніторинг діяльності законодавчого органу, яким є парламент, має здійснюватись незалежно та на основі аналізу відкритих даних. Зокрема, можливо збирати тематичні дані за голосуваннями, які стосуються кібербезпеки України. Здійснення моніторингу може виконуватись будь-якою незалежною установою (чи навіть користувачем, дослідником).

Це можливо здійснити, якщо для збору даних для побудови оцінок впливу фракцій у Верховній

Раді України використати як джерело даних офіційний сайт ВР України [8], він містить дані всіх голосувань по кожній фракції (в даній роботі зібрано близько 14000 результатів різних голосувань).

Для автоматизованого збору було розроблено програмне забезпечення з використанням мови програмування Java. Методи, розроблені в складі програмного забезпечення, аналізують сторінки сайту [8], та збирають дані по голосуваннях зі сторінок із використанням XPath. Колекція з усіма результатами голосувань зберігається в файлі json-формату, з яким потім працюють методи, що реалізують математичні функції (обчислення порогу розколу, індексу збігу позицій, сили зв'язку, матриці вподобань, класичного та модифікованого індексів Шеплі-Шубіка).

При первинній обробці зібраних даних були видалені завідомо провальні, або навпаки завідомо прохідні голосування. Критерієм тут був результат голосування «за». Були відкинуті голосування які отримали менше 50 голосів «за» та більше 300 голосів «за». Для визначенні порогу розколу фракції було розраховано відношення голосувань в яких фракція визначилася до усіх голосувань в яких фракція приймала участь.

**Принципи побудови системи моніторингу законодавчих органів різних країн.** В дослідницьких цілях можливо збирати інформацію також і з відкритих ресурсів законодавчих органів інших держав, аналізувати її, співставляти та порівнювати одержані показники. Її обробку необхідно здійснювати за різні періоди часу, в умовах постійного зростання обсягів інформації, яка характеризує діяльність парламентів; та із використанням широкого спектру інструментів діагностичної аналітики. Тому в перспективі збір та обробка інформації для системи моніторингу діяльності законодавчих органів різних країн має засновуватись на принципах Big Data, з яких основними є: швидкість (обробки даних, у відповідності з їх приростом); необмеженість обсягів, та відповідно масштабованість рішень; обробка як структурованих, так і напівструктурованих даних, якими є дані із сайтів законодавчих органів.

Система моніторингу діяльності законодавчих органів, заснована на принципах BigData, має включати наступні структурні системи: 1) підсистема збору первинних даних із сайтів законодавчих установ; 2) підсистема збереження даних в форматах, зручних для швидкої обробки (наприклад, Parquet); 3) обробка та діагностична аналітика даних із використанням Hadoop MapReduce або Spark. В даній роботі реалізовано елементи, які можуть бути використані в складі 1) та 3) (в частині обчислення індексів впливу).

#### Аналіз оцінок впливу парламенту

Для дослідження оцінок впливу було обрано Верховну Раду України VIII скликання. Період за який були розраховані оцінки - з грудня 2014 року по липень 2018 року включно. Склад ВРУ є наступним: фракція партії «Блок Петра Порошенка» (БПП); фракція політичної партії «Народний фронт» (НФ); фракція політичної партії «Опозиційний блок» (ОБ); фракція політичної партії «Об'єднання „Самопоміч“» (ОСП); група «Партія відро-

дження» (ПВ); фракція Радикальної партії Олега Ляшка (РПОЛ); фракція всеукраїнського об'єднання «Батьківщина» (ВОБ); група «Воля народу» (ВН); позафракційні (ПФ).

**Аналіз на основі класичного індексу Шеплі-Шубіка.** Дослідження підтвердило, що кількість вирашних коаліцій залежить не тільки від кількості членів у фракції, але також і від кількості членів у інших фракціях. Наприклад, для фракції НФ при сталій кількості власних членів кількість вирашних коаліцій, де вона є ключовою, сильно змінюється (від 52 на 03.2015 до 70 на 05.2018). Графіки індексу Шеплі-Шубіка показані на рис. 1-4.

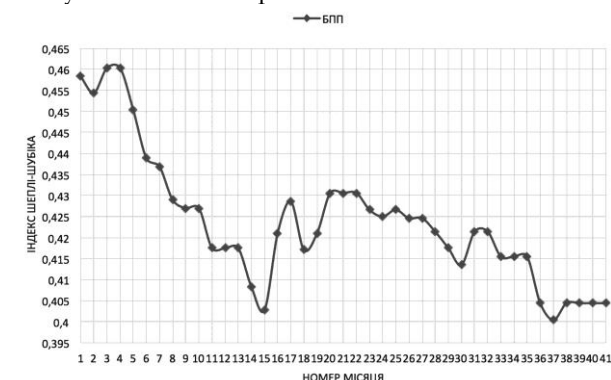


Рис. 1. Графік інд. Ш-Ш для фракції БПП

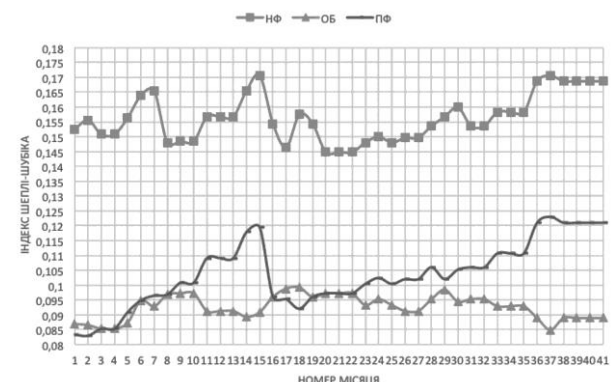


Рис. 2. Графік інд. Ш-Ш для НФ, ОБ, ПФ

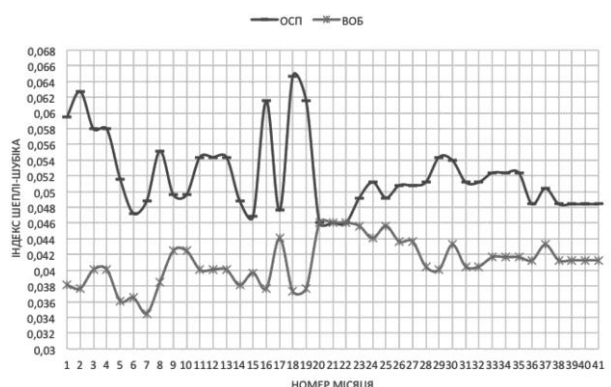


Рис. 3. Графік інд. Ш-Ш для фракцій ОСП, ВОБ

**Врахування фракційної дисципліни на основі порогу розколу.** Для кожної групи і фракції були визначені індивідуальні пороги розколу. Індивідуальні пороги розколу є наступними: БПП - 0,57; НФ - 0,65; ОБ - 0,55; ОСП - 0,57; ПВ - 0,54; РПОЛ - 0,61; ВОБ - 0,5; ВН - 0,5; ПФ - 0,5. Пороги визначено за залежністю, показаною на рис.5, для значення відсотку голосувань 20%, в яких фракція не визначилась.

Для врахування фракційної дисципліни число голосів усіх депутатських об'єднань було проіндексовано на підставі отриманих порогів.

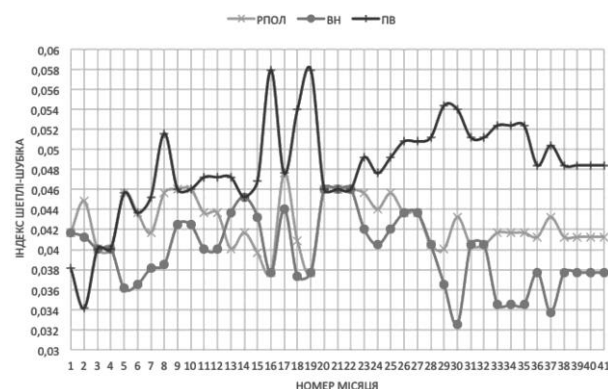


Рис. 4. Графік інд. Ш-Ш для фракцій РПОЛ, ВН, ПВ

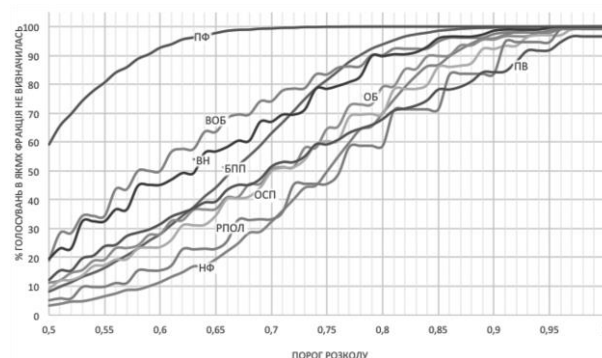


Рис. 5. Графік мод.інд. Ш-Ш для фракцій БПП, НФ, ОБ, ОСП

**Визначення сили зв'язку між фракціями на основі матриці вподобань.** На основі голосувань фракцій в парламенті були розраховані матриці їх вподобань для кожного місяця (як матриці рангів фракцій на основі індексів збігу позицій). Для надання більш повної картини взаємодій у фракціях були проаналізовані не лише голосування, що стосуються законів в сфері кібербезпеки, але й інші. У таблиці 1 та 2 можна побачити приклад таких матриць за березень 2015 року та березень 2018 року відповідно.

Таблиця 1

Матриця вподобань за березень 2015 року

Фракція	БПП	НФ	ОБ	ОСП	РПОЛ	ВОБ	ВН	ПВ	ПФ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
БПП	—	7	0	4	6	5	3	2	1
НФ	7	—	0	4	6	5	3	2	1
ОБ	0	1	—	4	2	3	5	6	7
ОСП	7	6	0	—	5	4	3	2	1
РПОЛ	6	7	0	4	—	5	3	2	1
ВОБ	6	5	1	4	7	—	3	0	2
ВН	2	1	6	4	0	3	—	5	7
ПВ	1	3	7	4	2	0	5	—	6
ПФ	0	1	7	4	2	3	6	5	—
ВОБ	6	5	1	4	7	—	3	0	2

Дані матриці показують, що залежно від місяця вподобання кожної фракції змінюються, адже вони розраховуються в залежності від того, наскільки позиції фракцій при голосуванні співпадали.

**Аналіз реального впливу фракцій на основі модифікованого індексу Шеплі-Шубіка.** З використанням матриць вподобань для кожного місяця



розраховано модифіковані індекси Шеплі-Шубіка для кожної фракції. Цей індекс більш точно відповідає реальному впливу фракцій в парламенті.

Таблиця 2

Матриця вподобань за березень 2018 року

Фракція	БПП	НФ	ОБ	ОСП	РПОЛ	ВОБ	ВН	ПВ	ПФ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
БПП	—	7	0	6	5	3	2	1	4
НФ	7	—	1	5	6	3	2	0	4
ОБ	1	0	—	2	3	4	6	7	5
ОСП	7	6	2	—	4	3	1	0	5
РПОЛ	6	7	1	5	—	3	2	0	4
ВОБ	3	1	4	2	0	—	6	5	7
ВН	2	0	5	1	3	4	—	7	6
ПВ	2	0	6	1	3	4	7	—	5
ПФ	2	0	5	3	1	4	7	6	—
ПВ	2	0	6	1	3	4	7	—	5

На рисунках 6 та 7 можна побачити модифікований індекс Шеплі-Шубіка за кожний місяць обраного періоду.

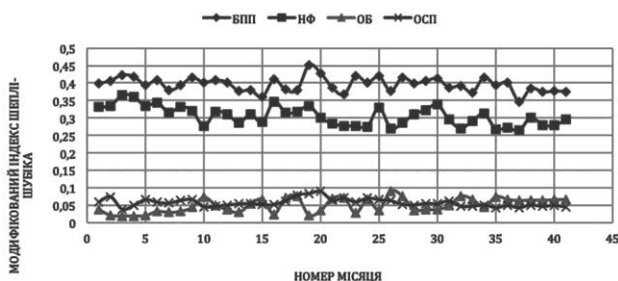


Рис. 6. Графік мод.інд. Ш-Ш для фракцій БПП, НФ, ОБ, ОСП

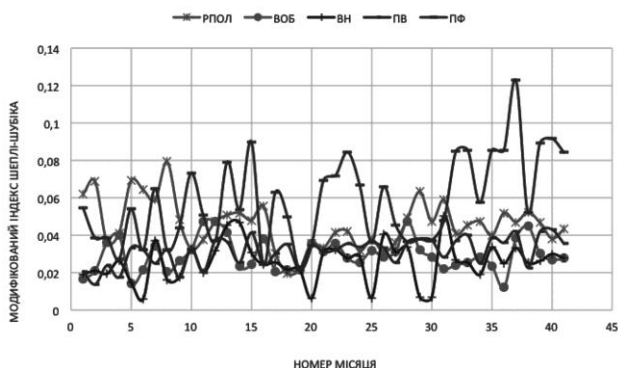


Рис. 7. Графік мод.інд. Ш-Ш для фракцій РПОЛ, ВОБ, ВН, ПВ, ПФ

**Індекс ефективності впливу.** Однак, в реальності деякі партії можуть мати дещо більший або менший вплив, ніж дає класичний показник індексу Шеплі-Шубіка. Це залежить від того, як партії реалізують можливість формування потенційних коаліцій. Для того щоб оцінити наскільки фракція реалізує свій потенційний вплив, було побудовано індекси ефективності впливу. На рисунках 8-10 зображені індекси ефективності впливу за обраний період.

Табл. 3 дає уявлення про середні значення та розброс значень для індексу ефективності фракцій.

**Кореляційний аналіз взаємовпливу фракцій ВР України**

Проаналізуємо взаємозв'язок між результатами по різних фракціях.

По значенням модифікованих індексів впливу можна зазначити що вплив певних фракцій має однакову поведінку, тобто мають позитивну кореляцію, що характерно для політичних союзників, або навпаки вони мають від'ємну кореляцію, що характерно для політичних опонентів.

Для чого попарно для всіх фракцій були розраховані коефіцієнти кореляції Пірсона  $r$ . У таблиці 4 можна побачити отримані кореляції.

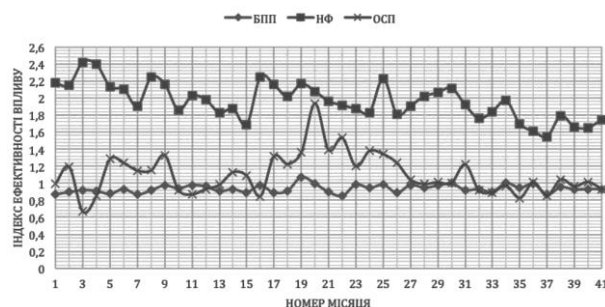


Рис. 8. Графік інд. еф. вл. для фракцій БПП, НФ, ОСП

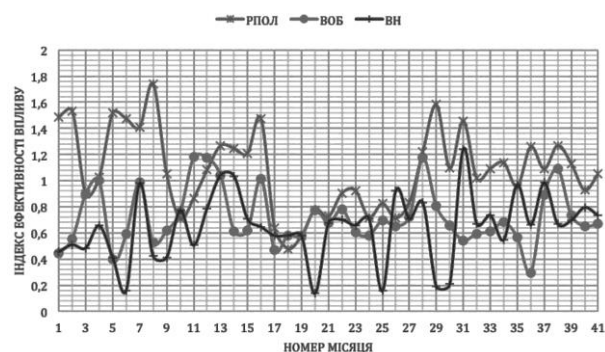


Рис. 9. Графік інд. еф. вл. для фракцій РПОЛ, ВОБ, ВН

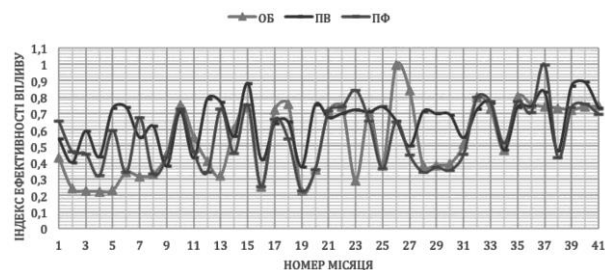


Рис. 10. Графік інд. еф. вл. для фракцій ОБ, ПВ, ПФ

Таблиця 3

Середнє та дисперсія для індексу ефективності впливу									
Фракція	БПП	НФ	ОБ	ОСП	РПОЛ	ВОБ	ВН	ПВ	ПФ
Середнє	0,93	1,96	0,54	1,10	1,08	0,72	0,64	0,65	0,56
Дисперсія	0,002	0,04	0,05	0,05	0,09	0,05	0,06	0,20	0,03

Таблиця 4

Значення коефіцієнта кореляції Пірсона									
Фракція	БПП	НФ	ОБ	ОСП	РПОЛ	ВОБ	ВН	ПВ	ПФ
БПП	—	0,5	-0,6	0,3	-0,12	0,01	-0,52	-0,47	-0,71
НФ	0,53	—	-0,76	0,17	0,293	0,02	-0,54	-0,56	-0,81
ОБ	-0,57	-0,76	—	-0,18	-0,46	-0,13	0,37	0,40	0,61
ОСП	0,30	0,17	-0,18	—	-0,13	-0,29	-0,26	-0,22	-0,42
РПОЛ	-0,12	0,29	-0,46	-0,13	—	-0,17	-0,13	-0,12	-0,16
ВОБ	0,01	0,02	-0,13	-0,29	-0,17	—	0,15	-0,04	-0,13
ВН	-0,52	-0,54	0,37	-0,26	-0,13	0,15	—	0,06	0,44
ПВ	-0,47	-0,56	0,40	-0,22	-0,12	-0,04	0,06	—	0,57
ПФ	-0,71	-0,81	0,61	-0,42	-0,16	-0,13	0,44	0,57	—

Статистичну значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона перевірено для рівня значущості  $\alpha = 0.1$ , була розрахована статистика для перевірки значущості відмінності отриманих результатів від 0, яка має  $t$ -розподіл з  $(n - 2)$  ступенем свободи.

Дані, що стосуються кореляції, наведені в таблиці 5 (відповідна матриця є симетричною, де: "+" характеризує додатну кореляцію; "-" характеризує від'ємну кореляцію; "0" - кореляція відсутня).

З 36 пар фракцій спостерігається: а) додатна кореляція у 8 пар; б) від'ємна кореляція у 12 пар; в) відсутня кореляція у 16 пар.

Таблиця 5

Визначення залежностей між індексами впливу

Фракція	БП П	Н Ф	О Б	ОС П	РП ОЛ	ВО Б	В Н	П В	П Ф
БПП	x	+	-	+	0	0	-	-	-
НФ	+	x	-	0	+	0	-	-	-
ОБ	-	-	x	0	-	0	+	+	+
ОСП	+	0	0	x	0	-	-	0	-
РПОЛ	0	+	-	0	x	0	0	0	0
ВОБ	0	0	0	-	0	x	0	0	0
ВН	-	-	+	-	0	0	x	0	+
ПВ	-	-	+	0	0	0	0	x	+
ПФ	-	-	+	-	0	0	+	+	x

Можна зазначити, що певні фракції мають кореляцію (від'ємну або додатну) між індексами впливу на менших відрізках часу, що свідчить про те, що на певних відрізках фракції все ж таки мали однакову або протилежну позицію, що стосується більшості голосувань, які розглядалися на той час.

Матриця вподобань дає змогу зробити наступні висновки:

- додатна кореляція індексу впливу свідчить про те, що у більшості випадків (у нашому прикладі по місяцях) фракції ставили на перші місця одна одну. Це свідчить про бажання увійти в коаліцію, де присутні дані фракції. Таким чином, оскільки оцінка індексу впливу враховувала усі ймовірні коаліції, то такі коаліції мали більшу вагу;

- навпаки, при від'ємній кореляції індексу впливу, фракції ставили на останні місця одна одну у матриці вподобань, що унеможливило або зводило до мінімуму формування коаліцій, де присутні дані фракції;

- при відсутності кореляції можна казати, що вподобання таких фракцій не є сталими, вони ставили одна одну на різні місця у матриці вподобань у більшості випадків.

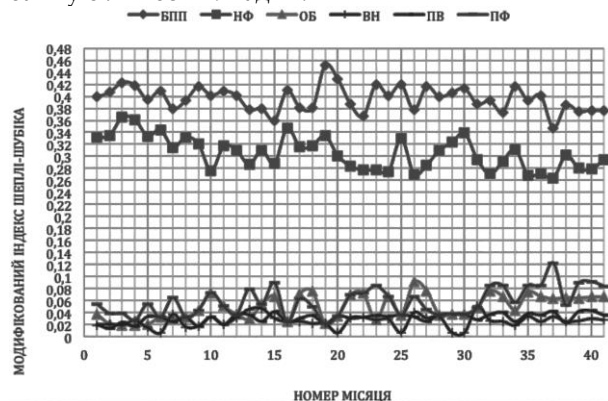


Рис. 11. Графік індексів впливу для партій БПП, НФ, ОБ, ВН, ПВ, ПФ

На рис. 11 показано приклад графіків модифікованого індексу Шеплі-Шубіка, які відображають певну залежність між впливом фракцій на деяких часових інтервалах.

## Висновки

Проведене дослідження дає змогу зробити наступні висновки:

1. Фракції НФ, ОСП перевищили свій потенційний вплив, що відбулося за рахунок того, що в них відносно інших фракцій був високий поріг розколу, що дало змогу збільшити їх вплив у парламенті.

2. Середня ефективність фракції БПП близька до одиниці, та дисперсія близька до нуля. Це означає, що дана фракція не змогла перевищити свій потенційний вплив, але у той же час ефективність її впливу була найбільш сталою.

3. Ефективність фракції РПОЛ в середньому була вища одиниці, що також відбулося завдяки високому порогу розколу, але присутня досить велика дисперсія, що свідчить про те, що фракції не завжди вдавалося реалізувати свій вплив.

4. Фракції ВОБ, ВН, ПВ, ПФ, ОБ мають ефективність впливу менше одиниці, це наслідок того, що у цих фракцій низький поріг розколу та позиції цих фракцій при голосуванні не дають їм змоги реалізувати можливі коаліції, в яких ці фракції є ключовими.

Також можна зробити наступні узагальнюючі висновки щодо залежностей у поведінці модифікованого індексу впливу Шеплі-Шубіка для двох фракцій:

1. Якщо присутня додатна кореляція між індексами впливу двох фракцій, то можна казати, що дані фракції мають спільну позицію в багатьох голосуваннях, тобто вони є політичними союзниками.

2. Якщо присутня від'ємна кореляція між індексами впливу двох фракцій, то можна казати, що дані фракції не мають спільної позиції в більшості голосувань, тобто вони - політичні опоненти.

3. Якщо кореляція відсутня, то тут можна говорити про те, що на розглянутому відрізку часу позиції фракцій по голосуванням не були ані однаковими, ані протилежними, тобто не можна чітко визначити, як фракції взаємодіють між собою.

Запропонований в роботі алгоритм можна використовувати для оцінки впливу та знаходження залежностей між фракціями по окремим питанням, наприклад окремо можна розглядати питання національної та кібернетичної безпеки держави. Запропонована методика моніторингу та розроблене програмне забезпечення дозволяє оцінювати ситуацію у парламенті незалежним чином, автоматизовано, із використанням поточних результатів голосувань, зібраних із офіційного веб-ресурсу ВР України. Автори висловлюють подяку за допомогу у реалізації технічної частини обчислень за методикою В. Галишаку, магістру Фізико-технічного інституту.

Результати дослідження можуть використовуватись аналітиками із національної безпеки, так і окремих її складових, зокрема, кібербезпеки.

## Література

- [1]. В. Олейник, В. Лебедюк, *Распределение влияния между фракциями и группами в Верховной Раде Украины (1990-2012 гг.)*. Нац. исслед. ун-т Высшая школа экономики, М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2013, 76 с.
- [2]. Т. Гузенкова, *Партии и лидеры в ВРУ (1998-2000)*. М.: Рос. Ин-т стратегических исследований, 2001.
- [3]. В. Базів, *Парламент української держави: проблеми партійної структуризації*. Львів: Світ, 1999.
- [4]. А. Соколова, "Модифицированные индексы влияния, учитывающие предпочтения участников по коалиционированию", *Моделирование в социально-политической сфере*, №3, 2009.
- [5]. Т. Эрл, В. Хаттак, П. Булер, *Основы Big Data: Концепции, алгоритмы и технологии*. Днепро: "Баланс Бизнес Букс", 2018. 320 с.
- [6]. Д. Шварц, *Индексы влияния, зависящие от предпочтений участников - аксиоматическое построение и методы вычисления*, 2013.
- [7]. F. Aleskerov, B. Simeone, F. Pukelsheim, "Power Indices Taking into Account Agents' Preferences", *Mathematics and Democracy. Recent Advances in Voting Systems and Collective Choice*, Berlin; Heidelberg: Springer, pp. 1-18, 2006.
- [8]. Законопроекти, зареєстровані Верховною Радою України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc2>.

## УДК 519.83:519.2+004.9+004.056

### **Качинский А., Степочкина И. Использование информационных технологий для понимания процессов принятия коллективных решений Верховной Радой Украины**

**Аннотация.** Статья посвящена решению задачи оценки влияния фракций парламента, что позволяет определить, какие политические силы больше всего влияют на кибернетическую безопасность государства. Предложена методика автоматизированного сбора и обработки данных на основе открытых результатов голосований, собранных с официального ресурса парламента. Сбор и обработка информации для системы мониторинга деятельности законодательных органов разных стран должны основываться на принципах Big Data, из которых основными являются: скорость обработки данных, масштабируемость решений; обработка как структурированных, так и полуструктурированных данных, какими являются данные с сайтов законодательных органов. Предложена методика вычисления оценок влияния, которая учитывает взаимные предпочтения участников голосований с использованием рангов индексов совпадения позиций по голосованиям. Разработано программное обеспечение с использованием Java, которое позволяет вычислять классические и модифицированные индексы Шепли-Шубика, показатель порога раскола, индекс совпадения позиций, индекс эффективности работы фракций. Соответствующие вычисления выполнены для фракций ВР Украины VIII созыва за период с декабря 2014 года по июль 2018 года. С помощью корреляционного анализа определены взаимозависимости между фракциями, тенденции в их фракционной дисциплине. На меньших временных промежутках выявляются особенности по взаимному влиянию, которые не заметны на более широких временных промежутках. Обнаружено, что некоторые фракции превышают свой потенциальное влияние в парламенте за счет высокого порога раскола, что свидетельствует о хорошей фракционной дисциплине. Низкий порог раскола и невозможность реализации выигранных коалиций наоборот, негативно влияют на эффективность работы фракций. Результаты позволяют оценить согласованность и эффективность работы фракций, которые являются необходимым условием получения согласованных решений в сфере национальной и кибернетической безопасности государства.

**Ключевые слова:** кибернетическая безопасность государства, индексы влияния, мониторинг, парламента, Верховна Рада, информационные технологии.

### **Kachynskiy A., Styopochkina I. Using information technology for understanding of collective decision-making processes by the Verkhovna Rada of Ukraine**

**Abstract.** The article is devoted to the problem of assessing the influence of parliamentary fractions, which allows to determine which political forces are making biggest influence on the state cybernetic security. The method of automated data collection and processing on the basis of open voting results collected from the official parliament web-resource is proposed. The collection and processing of information for the system of monitoring the activities of legislatures of different countries should be based on the principles of Big Data, where the main ones are: data processing speed in accordance with their growth; scalability of solutions; processing both structured and semi-structured data such as data from legislatures web-sites. The method of impact assessments calculation, which takes into account the mutual preferences of the voting participants using the rank of the indexes of the match of positions by voting, is proposed. Software using the capabilities of the Java language have been developed, which allows to calculate the classical and modified Shapley-Shubik indices, split threshold value, position matching index, fraction effectiveness index, and to perform correlation analysis of the results. The corresponding calculations were made for the fractions of the Verkhovna Rada of Ukraine of VIII convocation in period from December 2014 to July 2018. Using correlation analysis, the interaction between fractions and the trends in their fractional discipline were determined. There are trends in the interaction at shorter time intervals, which are not noticeable at longer time intervals. It has been found that some fractions exceed their potential influence in parliament due to the high threshold of the split, which indicates a good fractional discipline. On the contrary, the low threshold of split and the impossibility of realizing winning coalitions negatively influence the effectiveness of the fractions' work. The results allow to assess the coherence and effectiveness of the fractions work, which are a necessary for obtaining agreed solutions in the field of national and cybernetic security of the state.

**Keywords:** State cybersecurity, power indices, monitoring, parliament, Verkhovna Rada, information technologies.



