



Сергій Квітка, Галина Старушенко

Дніпропетровський регіональний інститут державного управління Національної академії державного управління при Президентові України

Фактори підвищення міжнародних рейтингів українських закладів вищої освіти в умовах цифрової трансформації суспільства

Стаття присвячена статистичному аналізу інструментарію оцінки міжнародної конкурентоспроможності закладів вищої освіти (ЗВО) на основі Вебометричного рейтингу університетів в умовах цифрової трансформації.

Досліджено рейтинги ЗВО як сучасний інформаційний інструмент управління сферою освіти. Здійснено стислий огляд та аналіз досліджень і публікацій вітчизняних і зарубіжних науковців стосовно ролі рейтингів в якості механізму оцінювання ЗВО як освітніх і наукових центрів.

З використанням професійної програми статистичної обробки даних STATGRAPHICS Centurion XV.I і методу головних компонент проаналізовано специфіку Вебометричних індикаторів та їх вплив на глобальний рейтинг провідних світових університетів. На основі статистичних оцінок виявлені причини недостатньо високих рейтингових позицій національних ЗВО в системі Вебометрікс.

Розроблено пропозиції щодо підвищення показників представленості українських ЗВО в Інтернет-просторі, підняття їх міжнародного рейтингу за Вебометричними критеріями та якісного розвитку вітчизняної наукової й освітньої школи в контексті світових тенденцій.

Результати дослідження можуть бути використаними органами управління та керівним складом українських ЗВО при розробці та коригуванні стратегій розвитку, а також фахівцями, які розроблюють, втілюють та оцінюють державну політику України у сфері вищої освіти.

Ключові слова: *заклади вищої освіти, рейтинг університетів, Вебометричний рейтинг університетів, Вебометрікс, Web-індикатори, програма STATGRAPHICS, метод головних компонент*

Sergiy Kvitka, Halyna Starushenko

Dnipropetrovsk regional institute for public administration National academy for public administration under the President of Ukraine

Factors of raising international ratings of Ukrainian higher education institutions in the conditions of digital transformation of society

The article is devoted to the statistical analysis of the tools for assessing the international competitiveness of higher education institutions (HEIs) on the basis of the Webometric ranking of universities in terms of digital transformation. The ratings of ZVO as a modern information tool for education management are studied. A brief review and analysis of research and publications of domestic and foreign scientists on the role of ratings as a mechanism for assessing free economic education as educational and research centers. Using the professional statistical data processing program STATGRAPHICS Centurion XV.I and the principal components method, the specifics of Webometric indicators and their impact on the global ranking of the world's leading universities were analyzed. Based on statistical assessments, the reasons for insufficiently high rating positions of national free economic zones in the Webometrics system have been identified. Proposals have been developed to increase the representation of Ukrainian free economic zones in the Internet space, to raise their international rating according to Webometric criteria and to qualitatively develop the domestic scientific and educational school in the context of world trends. The results of the study can be used by the governing bodies and management of Ukrainian free economic zones in the development and adjustment of development strategies, as well as specialists who develop, implement and evaluate the state policy of Ukraine in the field of higher education.

Keywords: *institutions of higher education, ranking of universities, Webometric rating of universities, Webometrics, Web-indicators, STATGRAPHICS program, principal components method*



Вступ.

Ключовими особливостями сучасного етапу розвитку суспільства є цифрова трансформація яка зумовлює зростаючий рівень конкуренції між університетами, під якими ми розуміємо заклади вищої освіти (ЗВО). В цих умовах зростає роль іміджевої складової сучасних ЗВО: репутації вузу, кваліфікації його викладачів та випускників. З одного боку, перед сучасними університетами стоїть завдання надання якісної освіти і задоволення запитів більш освічених і вимогливих споживачів, а з іншого боку – ЗВО повинні мати стійке фінансове становище, залишаючись учасниками ринку.

У цьому зв'язку в сучасному світі постійно зростає попит на прозорі й об'єктивні інструменти оцінки освіти. Наразі невід'ємною компонентою ринку освітніх послуг є складання рейтингів ЗВО. Такі рейтинги є важливим фактором світового ринку освітніх послуг, а їх вплив прийняв глобальний характер. Рейтинги затребувані, зручні в застосуванні як інструмент оцінки роботи ЗВО в умовах посиленої конкурентної боротьби в світовому науково-освітньому просторі.

В Україні оцінка розвитку діяльності наукових установ за рейтинговою шкалою регламентується Наказом Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України «Про затвердження Порядку оцінки розвитку діяльності наукової установи» від 3 квітня 2012 р. № 399 (2012) в якому розроблені критерії класифікаційної оцінки рівня і престижу наукової установи за масштабом наукового потенціалу і досягненнями у попередні роки. Порядок проведення державної атестації наукових установ затверджений Постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку проведення державної атестації наукових установ» від 19 липня 2017 р. № 540 (2017).

Актуальність дослідження особливостей рейтингової оцінки ЗВО стає тим більш значущою в світлі нових вимог до оцінювання наукових установ в Україні, започаткованого з 2019 р. відповідно до розробленої Міністерством освіти і науки України методики оцінювання, а

також положення про експертні групи та експертну комісію, що затверджено Наказом МОН «Деякі питання державної атестації наукових установ» від 17 вересня 2018 р. за № 1008 (2018).

Пропоноване дослідження присвячене докладному розгляду одного з найбільш значущих і загальноновизнаних світових глобальних рейтингів – Вебметричного рейтингу університетів світу (Ranking Web of World Universities) (Ranking Web of World Universities. About us, 2020), визначенню положення в ньому українських ЗВО, виявленню перспектив подальшого розвитку і відповідного корегування їх Web-політики.

Рейтинги ЗВО – відносно нове явище в діяльності української вищої школи, яке почало помітно впливати на неї лише в останнє десятиліття. Інтернаціоналізація вищої освіти в рамках зростаючої глобалізації економіки зумовила появу всесвітніх рейтингів університетів і необхідність порівняння навчальних закладів різних країн за цілою низкою параметрів, яким раніше в Україні не надавалося великого значення.

Напевне, саме цим, зокрема, і пояснюється той факт, що рейтинг українських ЗВО у системі Вебметрікс (Webometrics) є занадто низьким у порівнянні з кращими університетами Європи і світу: так, Кращий за даними Вебметричного рейтингу у січні 2020 р. ЗВО України – Київський національний університет імені Тараса Шевченка – займає лише 1147 місце у світі (Ranking Web of World Universities. Ukraine, 2020) і 451 – в Європі (Ranking Web of World Universities. Europe, 2020).

Метою даної статті є:

- визначити поняття рейтингу ЗВО та охарактеризувати його як інформаційний інструмент управління сферою освіти;
- проаналізувати зміст Вебметричного рейтингу і методологію обчислення Web-індикаторів;
- дослідити на основі статистичного матеріалу показники Вебметричного рейтингу кращих університетів світу;
- провести статистичний аналіз впливу індикаторів Вебметрікс на узагальнений показник світового рейтингу ЗВО;
- надати оцінку стану українських ЗВО у Вебметричному рейтингу, визначити особливості його індикаторів;



- провести порівняльний аналіз рейтингу провідних українських і світових ЗВО у системі ВебOMETRICS;

- розробити рекомендації стосовно покращення перспектив представленості в Інтернет-просторі, розвитку і відповідного коригування Web-політики українських ЗВО.

Інформаційною базою дослідження є статистичний матеріал щодо ВебOMETричного рейтингу 100 найкращих за новітніми даними (січень 2020 р.) світових та 100 найкращих за цим же показником українських ЗВО.

В якості інструментарію дослідження використовувався апарат методу компонент та професійна програма обробки й аналізу статистичних даних STATGRAPHICS Centurion XVI.

Стислий огляд та аналіз останніх досліджень і публікацій.

Посилення в сучасний час інтересу наукової спільноти до ролі рейтингів в якості механізму оцінювання ЗВО як освітніх і наукових центрів обумовлено:

- по-перше, все більш широким застосуванням на всіх етапах наукової й освітньої діяльності цифрових технологій і, зокрема, Web-ресурсів;

- по-друге, найважливішою тенденцією в суспільних пріоритетах ХХІ століття, що полягає в посиленні уваги до проблем якості освіти.

Ряд наукових публікацій вітчизняних вчених присвячені розгляду рейтингової системи оцінки ЗВО саме в аспекті забезпечення якості освіти.

Так, у статті Ржевської А. В. (2011) проаналізовано рейтинги університетів як сучасне явище у сфері вищої освіти, розкрито зв'язок рейтингу з поняттям забезпечення якості освіти.

У науковій праці Михайліченко М. В. (2011) висвітлено світовий досвід рейтингової системи оцінки університетів, встановлено основні критерії рейтингів, проведено порівняння критеріїв міжнародних рейтингів ARWU, QS і Webometrics.

У статті Валенкевич Л. П. та Фінкільштейн О. В. (2013) проведено аналіз сучасних світових та вітчизняних рейтингів ЗВО як інструменту оцінки якості

освіти. Розглянуто у порівнянні критерії та джерела оцінювання рейтингів QS, Times, Webometrics, Шанхайського рейтингу, надано оцінку перевагам та недолікам обраних критеріїв оцінювання.

Дослідженню теоретико-методологічних підходів до оцінювання якості вищої освіти в контексті світових рейтингів ЗВО присвячена робота Кайдалової А. В. та Посилкіної О. В. (2015), автори якої розглядають принципи побудови рейтингів, їх основні індикатори, показники ранжування університетів та їх роль в оцінюванні якості освіти.

Якість вищої освіти за критеріями аналізується в публікації Кочеткової О. П. та Вавіліної Н. І. та Чаркіної О. О. (2016):

- ресурсного забезпечення;
- державної політики та нормативно-правового регулювання;
- співробітництва;
- результативності.

Для оцінки кожного критерію застосовується комплекс показників, які постійно оновлюються й уточнюються у відповідності зі світовими тенденціями у сфері науки та освіти.

Питання співвідношення індивідуального і колективного в управлінні якістю освіти обговорюється в науковій праці Хижняк О. В. (2017). Система рейтингування трактується автором як у плані поширеної технології оцінки якості роботи студентів, викладачів, університетів, так і як характерний елемент системи управління якістю освіти на різних організаційних рівнях.

У статті Курбатова С. (2015) охарактеризовані сучасні підходи до рейтингового оцінювання університетської діяльності, висвітлені в англійській літературі; визначено сутність рейтингів як інноваційної технології реформування університетської освіти.

У публікації Руденка С. В., Сапенка Р., Базалука О. А., Титаренка В. А. (2018) розглянуто особливості управління міжнародними освітніми проектами між університетами Польщі та України. Розроблено адаптовану до сучасних умов Польщі та України стратегію управління міжнародними освітніми і науковими проектами в галузі гуманітарних наук,



яка дозволяє підвищити ефективність та конкурентоспроможність гуманітарної освіти і науки, а також використовувати вищу гуманітарну освіту як інструмент розвитку соціального партнерства.

На думку автора наукової праці Бардася А. В. (2012), для підвищення позицій вітчизняних ЗВО в міжнародних рейтингах необхідно розвивати діяльність щодо стажувань та академічних обмінів між українськими університетами та їх партнерами з інших країн, посилювати співпрацю між ЗВО і вітчизняними бізнес-структурами. При цьому, як підкреслює автор, особливою увагою слід приділити відходу від «русифікації» наукового простору й інтеграції його до англомовного середовища – без виконання цієї умови неможливо досягнення конкурентоспроможних позицій українських ЗВО.

Фактори оцінювання ефективності інноваційної діяльності наукових організацій досліджують автори статті Круш П. В., Заборовець О. П., Заборовець М. О. (2010). Проведено аналіз систем оцінювання результативності наукових закладів в Україні і в розвинутих країнах світу, розроблені напрями та критерії оцінки діяльності наукових організацій.

У статті Горбуліна В. П., Полумієнко С. К., Трофимчука О. М. (2019), присвяченій аналогічній тематиці – проблемі оцінювання ефективності використання науково-технологічних ресурсів, запропоновано та проаналізовано 24 базових індикатори стану сфери досліджень і розробок, які відображають всі аспекти наукової діяльності. Для комплексної оцінки стану діяльності у сфері досліджень та розробок запропоновано використовувати інтегральний індекс, який ґрунтується на базових індикаторах і визначає ефективність використання різних науково-технологічних ресурсів.

Доволі значний інтерес вітчизняних науковців привертає дослідження одного із загальноновизнаних глобальних світових рейтингів – Вебметричного рейтингу університетів світу, визначення в ньому положення українських ЗВО, виявлення перспектив їх подальшого розвитку і відповідного коригування Web-політики університетів.

Так, у статті Буйницької О. П., Степури І. С., Смірної В. А. (2016) досліджено вплив Вебметричного рейтингу на якість ресурсів відкритого освітнього е-середовища. Проведено аналіз показників, стану і тенденцій Київського університету ім. Бориса Грінченка за даним рейтингом, описано досвід роботи закладу в плані покращення позицій у Вебметрікс.

У науковій праці Тютюнник А. В. та Грицеляка Б. І., надано відомості про міжнародний рейтинг університетів Вебметрікс, проаналізовано критерії оцінювання за цим рейтингом наукової активності ЗВО в мережі Інтернет. Розроблено детальні рекомендації для підвищення рейтингу ЗВО в Інтернет-просторі.

Статтю Дубинського А. Г. (2012) присвячено розробці рекомендацій стосовно покращення позицій вітчизняних ЗВО у рейтингу Вебметрікс. Відзначено можливість підвищення значення фактору «Перевага за якістю» за допомогою збільшення цитованості наукових публікацій співробітників закладу. Визначено ключові напрями дій для покращення факторів «Відкритість», «Присутність» та «Вплив» наукових статей.

У публікації Цуріна О. П. та Іванченко Р. М. (2009) пропонується використовувати в два етапи автоматизовані засоби підняття Вебметричного рейтингу Web-сайтів наукових установ:

- на першому етапі – відразу після створення Web-сторінок – необхідно налагодити індексацію сторінок всіма пошуковими системами;
- на другому етапі слід контролювати стан та наповненням вже існуючих сторінок, їх «видимість» для пошуковиків.

У науковій праці Цуріна О. П. та Цуріної Н. О. (2010) обґрунтовані конкретні рекомендації стосовно роботи з Web-сторінками ЗВО з покращення значень параметрів, що входять до Вебметричного рейтингу: «Розмір» («Size»), «Видимість» («Visibility»), «Цінні файли» («Rich files»), «Scholar». Надані рекомендації з визначення ролі і місця основного Web-сайту університету.

У статті Смірної В. А. окреслено можливості впливу на вагові показники Вебметричного рейтингу університетів, що



дозволяють покращити їх позиції в рейтингу з урахуванням змін, внесених у методологію Вебометрікс у грудні 2017 року.

Авторами публікації Дрешпаком В. М. та Старушенко Г. А. (2017) запропоновано розроблений за статистичними даними комплексний алгоритм оцінки рейтингу українських ЗВО в системі Вебометрікс. Висновки за результатами дослідження вказують на можливості та шляхи підвищення світового рейтингу ЗВО України за Вебометричними індикаторами.

У роботі Старушенко Г. А. та Базилевського С. В. (2018) на основі статистичного матеріалу Вебометричного рейтингу університетів у січні 2018 р. побудовано узагальнену багатовимірну кореляційну модель залежності загального рейтингу українських ЗВО від Web-індикаторів Вебометрікс. Проведено статистичний аналіз моделі і кількісно обґрунтовано вплив Вебометричних показників на сумарний результат рейтингу ЗВО. У порівнянні з показниками провідних університетів Європи і світу надано оцінку сучасному стану академічної представленості в Інтернет-просторі українських університетів.

У світовій літературі ряд фундаментальних наукових праць присвячено дослідженню рейтингового оцінювання ЗВО та його ролі у формуванні пріоритетів розвитку вищої освіти.

Так, книга Еллен Хазелкорн (Ellen Hazelkorn) (2015), на наш погляд, є віхою в розумінні ключових проблем, які поширення рейтингів створюють для ЗВО в усьому світі. Аналіз та аргументи, запропоновані автором на основі узагальнення багатого міжнародного досвіду, є не лише описом останніх тенденцій у ставленні університетів до рейтингів – вони будують всебічну основу для розуміння того, як і чому вся система вищої освіти сьогодні, в епоху цифрової трансформації, трансформується завдяки важливій ролі цих інструментів.

Структурно книгу можна типізувати на чотири основні частини:

- в першій частині розповідається, як виникали, зростали і поширювалися ролі рейтингів. Це – період глобалізації вищої освіти та початок «гонки репутації», коли кожен ЗВО повинен був знайти своє місце і позицію на світовому ринку вищої освіти;

- друга частина містить технічний аналіз індикаторів, які використовуються в основних рейтингах, прийнятих для класифікації ЗВО у різних країнах світу. Науковці і практики, які вивчають функціонування рейтингів, знайдуть у цій частині надзвичайний ресурс для порівняння різних існуючих рейтингів (національних і міжнародних) та для визначення їх сильних і слабких сторін;

- третя частина книги критично оцінює вплив рейтингів на вищу освіту і робить це в трьох окремих главах для трьох груп найважливіших зацікавлених сторін: керівників вищої освіти і викладачів, студентів (із акцентом здійснити вплив на їх вибір) та політиків. Остання група є надзвичайно важливою, як підкреслює автор, оскільки ті, хто приймає рішення, приділяють пильну увагу рейтинговим показникам;

- в четвертій частині показано, як розвиток рейтингів безповоротно впливає на структурні особливості систем вищої освіти і загалом на всю місію ЗВО.

У публікації Раухваргерса А. (Rauhvargers, 2013) надано огляд та всебічний аналіз розвитку рейтингової системи оцінки ЗВО за десять років, що пройшли з першого видання глобального ранжування університетів. В основі роботи лежать такі проголошені автором принципи:

- провести дослідження найпопулярніших світових рейтингів ЗВО, а також інших міжнародних інструментів оцінки ефективності діяльності європейських університетів;

- автор не прагне «ранжувати рейтингів», а надає університетам аналіз методологій, використовуваних тим чи іншим рейтингом;

- щоб продемонструвати, наскільки прозорим є кожен із рейтингів, використовується лише загальнодоступна інформація, наявна у вільному доступі, а не опитування чи інтерв'ю з організаторами рейтингів;

- дослідження спрямоване на виявлення того, як фактично вимірюються й оцінюються бали за окремими показниками і що реально означають результати рейтингів.

У інших роботах йдеться про те, що рейтинги, засновані на декількох показниках, а не на одному зваженому, можуть надати



корисну інформацію про освітні програми для майбутніх студентів, а також для роботодавців при пошуку випускників із відповідною професійною та академічною кваліфікацією. Проте автори вважають, що рейтинги повинні доповнюватися інформацією про акредитацію ЗВО і даними з ринку праці, зібраними в ході опитувань роботодавців. Крім того, результати рейтингів можуть використовуватися при розробці довгострокових стратегічних пріоритетів у сфері розвитку вищої освіти (Salmi, & Saroyan, 2007).

У науковій праці колективу авторів розглядається методологія візуалізації Біплот-аналіз – графічне представлення багатовимірних даних – для аналізу бібліометричних і науково-технічних показників (Torres-Salinas, Robinson-García, Jiménez-Contreras, Herrera, & López-Cózar, 2013). Описано принципи цієї методології, проаналізовано її сильні і слабкі сторони стосовно трьох різних областей дослідження: країн, університетів та наукової сфери.

У публікаціях також обговорюються переваги та недоліки рейтингової системи ранжування університетів Вебометрікс. Відмічаючи позитивні риси Вебометричного рейтингу як фактору міжнародної оцінки широкого кола університетів світу, автори вказують і на недоліки систем, які виконують збір, аналіз та індексацію даних, що іноді може призвести до некоректного тлумачення результатів (Kunosić, Čeky, & Zerem; Kvitka, Starushenko, Koval, Deforz, & Prokopenko, 2019; Morze, & Buinytska, 2015).

У статті запропоновані можливі рішення, які, на думку авторів, покращили б рейтингову систему Вебометрікс та запобігли можливим маніпуляціям та невизначеності у поданні результатів поточного й остаточного рейтингу.

У науковій праці Юсюк О., Маслової Ю., Жукова В. (Yusiuk, Maslova, & Zukow, 2018) проведено порівняльний аналіз рейтингових позицій авторитетних університетів України і Польщі у світових рейтингах «Країн Європи, що розвиваються, і Центральної Азії» (QS Emerging Europe and Central Asia) та Вебометрікс. Вбачається важливим і аналіз ефективності наукових досліджень за даними наукометричних платформ, зокрема Web of Science (Квітка, Старушенко, & Андріанов, 2020).

У статті Морзе Н. та Буйницької О. (Morze, Buinytska, 2015) описано основні глобальні освітні рейтинги та показано вплив їхніх показників на роботу університету; проаналізовано розвиток внутрішніх рейтингів структурних підрозділів ЗВО на основі показників Вебометрікс; обговорюється питання створення відкритого електронного середовища як одного із головних завдань університетів в плані підвищення якості освіти.

Двофакторна модель, яка аналітично описує у часі рейтинг ЗВО України в системі Вебометрікс і дає можливість його кількісного аналізу, якісного обґрунтування та прогнозування тенденцій розвитку, представлена в науковій праці Квітки С., Старушенко Г., Ковалю В., Дефорж Г., Прокопенка Л. (Kvitka, Starushenko, Koval, Deforz, & Prokopenko, 2019). Для виконання статистичного аналізу даних Вебометричного рейтингу університетів і побудови аналітичних співвідношень використовувались професійна програма статистичної обробки інформації STATGRAPHICS Centurion XVI і математичний апарат Паде-апроксимацій зрощування асимптотичних виразів.

Стаття Шейл Т. (Sheil, 2010) присвячена аналізу впливу світових університетських рейтингів на систему освіти Австралії. Автор пропонує для Австралії застосування так званого «системного» підходу, сутність якого полягає у тому, щоб у країні продовжували приділяти пильну увагу світовим рейтингам університетів, але розробляли і більш складні способи класифікації та порівняльного аналізу університетів – для вдосконалення системи освіти, покращення загального рівня викладання і підвищення якості наукової роботи.

Виклад основного матеріалу.

1. Рейтинги ЗВО як інформаційний інструмент управління сферою освіти.

У сучасний час процес ранжування ЗВО в більшості країн світу розширюється. У багатьох країнах розгортається велика робота, пов'язана зі складанням докладних рейтингів з метою інформування громадськості про найкращі університети світу. Зростаюча конкуренція підштовхнула розвиток нових інформаційно-ємних і зручних у застосуванні інструментів оцінки успішності роботи сучасних ЗВО,



якими і стали університетські рейтинги, що дозволили кількісно оцінювати ресурси ЗВО університетів та ефективність їх використання. Глобальні рейтинги університетів формують моделі і задають стандарти якості сучасних ЗВО, яким намагаються слідувати багато університетів світу (Hazelkorn, 2015; Rauhvargers, 2013; Salmi, & Saroyan, 2007; Sheil, 2010; Yusiuk, Maslova, & Zukow, 2018).

Рейтинги передбачають урахування різних груп факторів діяльності ЗВО університетського життя та його діяльності. Надалі ці групи чинників підлягають підсумовуванню з використанням відповідних вагових коефіцієнтів. Всі рейтинги істотно відрізняються набором оцінюваних чинників і системою вагових коефіцієнтів, але при цьому вони повинні сприйматися як комплементарні, а не взаємозамінні інформаційні ресурси.

Рейтинги ЗВО необхідні суспільству як інформаційний інструмент управління сферою освіти. Вони забезпечують інформацією потенційних споживачів, щоб ті могли зробити найбільш обґрунтований і раціональний вибір. Основні цільові групи рейтингів включають абітурієнтів, роботодавців, самі освітні установи (яким рейтинги потрібні для демонстрації своїх успіхів у покращенні позицій у конкурентній боротьбі), представників органів виконавчої влади, співробітників міжнародних організацій та ін.

На результати різних рейтингів спираються адміністрації ЗВО при плануванні їх розвитку. Рейтинги слугують орієнтиром при здійсненні політики розвитку національних систем освіти. На думку ряду дослідників, рейтинги ЗВО як інструмент оцінювання, порівняння та управління спричиняють значний вплив на освітню систему (Буйницька, Степура, Смірнова, 2016; Хижняк, 2017; Hazelkorn, 2015; Morze, & Vuinytska, 2015; Salmi, & Saroyan, 2007).

Університетські рейтинги набули вагомого значення стали такими значущими на початку XXI століття. Першим глобальним рейтингом був ARWU (Academic Ranking of World Universities) – Академічний рейтинг світових університетів, який уперше був складений у Китаї в червні 2003 р. Вищою школою освіти (раніше – Інститут вищої освіти) Шанхайського університету Цзяо

Тонг (Shanghai Jiao Tong University) і потім щорічно оновлювався (About Academic Ranking of World Universities).

З 2004 по 2009 роки британська компанія Quacquarelli Symonds (QS), що спеціалізується на аналізі вищих навчальних закладів по всьому світу, спільно з журналом Times Higher Education (THE) публікувала щорічні рейтинги університетів QS – THE (QS World University & Business School Rankings; Times Higher Education). У 2010 році QS – THE розпався на два самостійні рейтинги: QS WUR (Quacquarelli Symonds World University Rankings) продовжив використовувати методологію, що існувала раніше, а THE у співпраці з найбільшим інформаційним агентством Thomson Reuters створив свій власний рейтинг – THE WUR (Times Higher Education World University Rankings).

У 2004 році з'явився перший світовий рейтинг сайтів університетів Ranking Web of World Universities (Webometrics), розробником якого стала дослідницька група Cybermetrics Lab (Cybermetrics Lab), що входила до складу розташованого в Мадриді найбільшого державного дослідницького центру Іспанії – Національної Дослідницької Ради Іспанії (Spanish National Research Council; ісп.: CSIC) (Spanish National Research Council). Головна риса ВебOMETричного рейтингу, яка відрізняє його від інших, – це широке охоплення ЗВО світу: так, у січні 2019 р. оцінювалося більш 28 тисяч університетів зі всього світу (Webometrics Ranking of World Universities, 2019), з яких 323 українських (Опубліковано новий рейтинг Webometrics (January 2019 Edition 2019.1.0)); у січні 2020 р. – понад 30 тисяч (Ranking Web of Universities. New edition, 2020), з яких 315 українських (Ranking Web of Universities. Ukraine, 2020).

ВебOMETричний рейтинг є дуже важливим для створення ефективної системи контролю якості вищої освіти і може розглядатися в якості коригуючого чинника в плані міжнародної оцінки широкого кола університетів світу (Kunosić, Šeke, & Zerem).

2. Аналіз змісту ВебOMETричного рейтингу і методології обчислення Web-індикаторів.

ВебOMETричні дослідження, що ґрунтуються на кількісному аналізі Інтернет-контенту,



є відносно новим напрямком наукових досліджень. Спочатку термін «Вебметрика» («Webometrics») був уведений Томасом Алміндом (Tomas Almind) і Петером Інгерверсеном (Peter Ingwersen) у 1997 році для позначення процесу дослідження всієї інформації у Всесвітній павутині (WWW) з використанням інфометрики та інших кількісних показників (Almind, & Ingwersen, 1997). У більш пізній роботі П. Інгерверсена (Ingwersen) це поняття уточнюється і визначається як вивчення кількісних аспектів конструювання та використання інформаційних ресурсів, структур і технологій в мережі, що спирається на бібліометричні й інфометричні підходи (Björneborn, & Ingwersen, 2004). Співвідношення між поняттями бібліотечно-інформаційної науки (Library and information science, LIS) інфор- / бібліо- / науко- / кібер- / вебо- / метрики структурно проілюстроване в роботі (Björneborn, & Ingwersen, 2004).

Область досліджень в області Вебметрики можна в більш широкому сенсі розділити на такі сегменти (Kunosić, Čeke, & Zerem):

- аналіз вмісту сайтів;
- аналіз Web-технологій;
- аналіз застосування Web-контенту;
- аналіз структури Web-посилань.

В основному, є дві категорії джерел інформації, які можуть бути використані при дослідженні Вебметрики:

- комерційні Web-пошукові системи;
- персональні Web-сканери.

На сьогоднішній день провідні позиції в проведенні Вебметричних досліджень займає Кібернетична лабораторія Центру наукової інформації і документації Національної дослідницької ради Іспанії, що реалізувала проект «Світовий Вебметричний рейтинг університетів», який є одним із найвідоміших і масштабних рейтингів ЗВО. Починаючи з 2004 року, кожні шість місяців (в перші тижні січня і липня), Кібернетична лабораторія проводить незалежний збір даних з метою отримання комплексної інформації про присутність університетів як науково-дослідних центрів в Інтернет-просторі і публікує оновлений рейтинг в кінці січня – на початку лютого і в кінці липня – на початку серпня.

Первинною метою проекту було не стільки створення рейтингу навчальних

закладів, скільки стимулювання Web-активності публікацій університетів. Головне завдання рейтингу – мотивувати науково-освітні установи розміщувати інформацію про передові освітні технології та наукові дослідження у відкритому доступі. Вебметричний рейтинг дозволяє оцінити навчально-методичні та науково-дослідні досягнення університетів шляхом порівняння їх сайтів.

Індикатори Вебметричного рейтингу ґрунтуються не на кількості візитів і дизайні сторінок Web-сайтів, а на повноті представлення ЗВО в мережі. Затвердженням авторів рейтингу, Web-індикатори – на відміну від показників академічних рейтингів, що відображають окремі аспекти освітньої діяльності та результати наукових досліджень університету – опосередковано оцінюють усі аспекти діяльності ЗВО: мережеву активність, присутність в Інтернеті викладачів і студентів, навчальну роботу, наявність навчально-методичних матеріалів, наукову діяльність, соціальне становище, позанавчальне життя – культурні заходи, спортивні досягнення тощо.

Університети здійснюють різноманітну педагогічну, наукову, культурну, спортивну, соціально спрямовану діяльність – і це знаходить своє відображення на їх Web-сайтах. Саме тому – на відміну від інших рейтингів університетів, в яких значення показників, що враховуються, не змінюються досить тривалий час – у Вебметричному рейтингу відбуваються постійні зміни у Web-індикаторах, їх удосконалення та корегування вагових коефіцієнтів з метою збільшення об'єктивності обчислення рейтингових балів.

У січні 2020 р. для побудови Вебметричного рейтингу використовувалися Web-показники, стисла характеристика і вагові коефіцієнти котрих представлені в табл. 2.1 (Ranking Web of Universities. Methodology, 2020).

Зростаючий інтерес дослідників до Вебметричного рейтингу обумовлений, з одного боку, глобальним охопленням університетів світу, з іншого боку – значною частотою оновлення даних рейтингу (двічі на рік), що дозволяє ЗВО постійно аналізувати свої сильні та слабкі сторони і на основі такого аналізу не тільки регулювати Web-політику, а



й оцінювати конкурентоспроможність своєї освітньої і наукової діяльності та активізувати зусилля для її вдосконалення.

3. Статистичне дослідження показників Вебометричного рейтингу провідних університетів світу.

Таблиця 2.1

Методологія обчислення Web-індикаторів Вебометричного рейтингу у січні 2020 р.

| Показники | Зміст | Опис | Джерело | Вага |
|---|-------------------------------|---|-------------------------|------|
| PRESENCE Присутність | Колективні суспільні знання | Обсяг (кількість сторінок) основного Web-домену установи та всіх її субдоменів. | Google | 5% |
| VISIBILITY Видимість | Вплив Web-контенту | Кількість зовнішніх мереж (підмереж), пов'язаних із Web-сторінками університету (після нормалізації вибирається середнє значення). | Ahrefs Majestic | 50% |
| TRANSPARENCY (or OPENNESS) Прозорість (або Відкритість) | Топ-цитованих дослідників | Кількість цитувань із топ-110 авторів (виключаючи топ-10 авторів для покращення репрезентативності шляхом видалення викидів) | Google Scholar Profiles | 10% |
| EXCELLENCE (or SCHOLAR) Перевага за якістю (або Науковість) | Топ-цитованих наукових статей | Кількість статей науковців університету, що входять до кращих 10% найбільш цитованих у 26 дисциплінах. Дані беруться за п'ятирічний період: 2013 – 2017 рр. | Scimago | 35% |

Для дослідження показників Вебометричного рейтингу університетів світу на основі статистичного матеріалу Вебометрікс у січні 2020 р. було обрано вибірку сукупність

рейтингів 100 кращих університетів світу і відповідних їм показників Web-індикаторів (Ranking Web of Universities. World, 2020), фрагмент якої наведений на рис. 3.1.

| World | | | | | | | |
|---------|---|------|---------|----------------|--------------|----------------|------------------|
| ranking | University | Det. | Country | Presence Rank* | Impact Rank* | Openness Rank* | Excellence Rank* |
| 1 | Harvard University | US | USA | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 2 | Stanford University | US | USA | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 3 | Massachusetts Institute of Technology | US | USA | 2 | 1 | 4 | 8 |
| 4 | University of California Berkeley | US | USA | 18 | 4 | 3 | 17 |
| 5 | University of Washington | US | USA | 25 | 5 | 56 | 10 |
| 6 | University of Michigan | US | USA | 12 | 8 | 11 | 7 |
| 7 | University of Oxford | UK | GBR | 21 | 15 | 8 | 4 |
| 8 | Columbia University New York | US | USA | 57 | 9 | 7 | 14 |
| 8 | Cornell University | US | USA | 9 | 6 | 17 | 22 |
| 10 | University of Pennsylvania | US | USA | 41 | 12 | 10 | 15 |

Рис. 3.1. Рейтинги 10 кращих світових університетів за даними Вебометрікс у січні 2020 р.



Аналіз показників Вебметричного рейтингу університетів світу виконаємо на основі методу головних компонент (Єріна, 2001; Johnson, & Wichern, 2007). Основне призначення методу – виявлення прихованих (латентних), але таких, що об'єктивно існують, першопричин, які пояснюють кореляції між ознаками, мають реальний зміст (який визначається природою чинників, що розглядаються) і можуть бути чисельно виміряні та змістовно інтерпретовані.

Вибір методу головних компонент обумовлений також такими важливими в контексті даного дослідження його перевагами:

- описом системи, що вивчається, значно меншою за початкову кількість факторів без втрати суттєвої інформації; більш того, виявлені фактори – головні компоненти – можуть містити навіть більше узагальненої інформації про досліджуваний об'єкт, ніж початкові;

- можливістю побудови узагальнених статистичних показників об'єкта дослідження. До того ж класифікація за узагальненими статистичними показниками є більш адекватною й об'єктивною за класифікацію тих же чинників за вихідними ознаками;

- побудовою регресійних моделей по головним компонентам. При багатовимірному статистичному аналізі початкові фактори часто бувають мультиколінеарними (корельованими між собою), що ускладнює побудову та інтерпретацію регресійних моделей, – тоді як головні компоненти, зберігаючи всю інформацію про досліджуваний об'єкт, є не корельованими за означенням і побудовою;

- при зменшенні кількості вихідних факторів до 1 – 3 головних компонент можливість візуальної ілюстрації результатів дослідження.

Метод головних компонент доцільно використовувати у тому випадку, коли факторні змінні x_i ($i = 1, 2, \dots, m$), включені в модель, є мультиколінеарними.

Сутність методу головних компонент полягає в наступному: для забезпечення адекватності моделі реальному процесу здійснюється заміна початкової множини факторів $X = \{x_i, i = 1, 2, \dots, m\}$ іншою множиною некорельованих величин $Y = \{y_j, j = 1, 2, \dots, n\}$, меншої розмірності

($n < m$), які б зберігали всю інформацію стосовно причинно-наслідкових зв'язків досліджуваного явища (процесу) і не погіршували точність результатів аналізу.

Побудова моделі на основі методу головних компонент здійснюється в три етапи:

- розрахунок для початкових факторних змінних $X = \{x_i, i = 1, 2, \dots, m\}$ кореляційної матриці;

- виокремлення головних компонент $Y = \{y_j, j = 1, 2, \dots, n\}$ факторних змінних;

- обчислення факторних навантажень та ідентифікація головних компонент.

Для вибіркової сукупності рейтингів 100 кращих університетів світу, що розглядається, введемо позначення:

z_w – результативна змінна: Світовий рейтинг університетів / World Rank;

x_i ($i = 1, 2, 3, 4$) – факторні змінні, представлені з урахуванням їх ваги (табл. 2.1), а саме (рис. 3.1):

індекс «W» означає, що вказана змінна описує світовий (World) рейтинг університетів.

3.1. Розрахунок для початкових факторних змінних $X = \{x_i, i = 1, 2, \dots, m\}$ кореляційної матриці.

x_1 : (Присутність / Presence) · 0,05;

x_2 : (Вплив / Impact) · 0,5;

x_3 : (Відкритість / Openness) · 0,1;

x_4 : (Перевага за якістю / Excellence) · 0,35;

Кореляційна матриця, обчислена з використанням інструменту Multiple-Variable Analyses програми STATGRAPHICS Centurion XVI (з англійським інтерфейсом), представлена в табл. 3.1.

Коефіцієнти кореляції, значення яких належать проміжку $[-1; 1]$, вимірюють силу лінійної залежності між змінними. В дужках у табл. 3.1 показано кількість пар значень даних, що використовуються для обчислення кожного коефіцієнта. Третім рядком у таблиці для кожного фактору є P -значення, яке перевіряє статистичну значущість розрахованих коефіцієнтів кореляції. P -значення нижчі за 0,05 вказують на статистично значущі ненульові кореляції на 95,0% рівні довіри.

В даному випадку пари факторних



змінних

x_1 і x_2 ; x_1 і x_4 ; x_2 і x_3 та x_3 і x_4 мають значення P нижче 0,05, що свідчить про наявність мультиколінеарності.

Отже, у відповідності з методом головних компонент слід виокремити головні компоненти і розрахувати факторні навантаження.

Таблиця 3.1

Кореляційна матриця для вибіркової сукупності Web-індикаторів топ-100 світових університетів за даними у січні 2020 р.

| Correlations | | | | |
|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| | Presence Rank W Weight 5% | Impact Rank W Weight 50% | Openness Rank W Weight 10% | Excellence Rank W Weight 35% |
| Presence Rank W Weight 5% | | 0,2931 | 0,0977 | 0,3255 |
| | | (100) | (100) | (100) |
| | | 0,0031 | 0,3336 | 0,0010 |
| Impact Rank W Weight 50% | 0,2931 | | 0,5883 | 0,0183 |
| | (100) | | (100) | (100) |
| | 0,0031 | | 0,0000 | 0,8564 |
| Openness Rank W Weight 10% | 0,0977 | 0,5883 | | 0,3922 |
| | (100) | (100) | | (100) |
| | 0,3336 | 0,0000 | | 0,0001 |
| Excellence Rank W Weight 35% | 0,3255 | 0,0183 | 0,3922 | |
| | (100) | (100) | (100) | |
| | 0,0010 | 0,8564 | 0,0001 | |

3.2. Виокремлення головних компонент $Y = \{y_j, i = 1, 2, \dots, n\}$ факторних змінних.

Головні компоненти для обраної вибіркової сукупності визначаються за допомогою інструменту Principal Components Analysis програми STATGRAPHICS (табл. 3.2).

Сутність процедури Principal Components Analysis полягає в отриманні головних компонент y_j ($j = 1, 2, \dots, n$) факторних ознак – деякої кількості n лінійних комбінацій m початкових змінних ($n < m$), на які припадає більша частина мінливості даних.

Головними вважаються компоненти, для яких за критерієм Кайзера (Єріна, 2001) власні значення λ_j задовольняють умову: $\lambda_j > 1$ ($j = 1, 2, \dots, n$).

В компонентному аналізі власні значення λ_j ранжовані: $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_n \geq 0$. Власне значення λ_j характеризує внесок j -ої головної компоненти в сумарну дисперсію вихідного простору ознак. Отже, перша головна компонента λ_1 вносить найбільший вклад в сумарну дисперсію, а остання λ_n – найменший.

У випадку, що розглядається, із 4 початкових факторів отримано 2 головні компоненти, оскільки вони мають власні значення, які перевищують 1:

$$\lambda_1 = 1,88074; \lambda_2 = 1,04628.$$

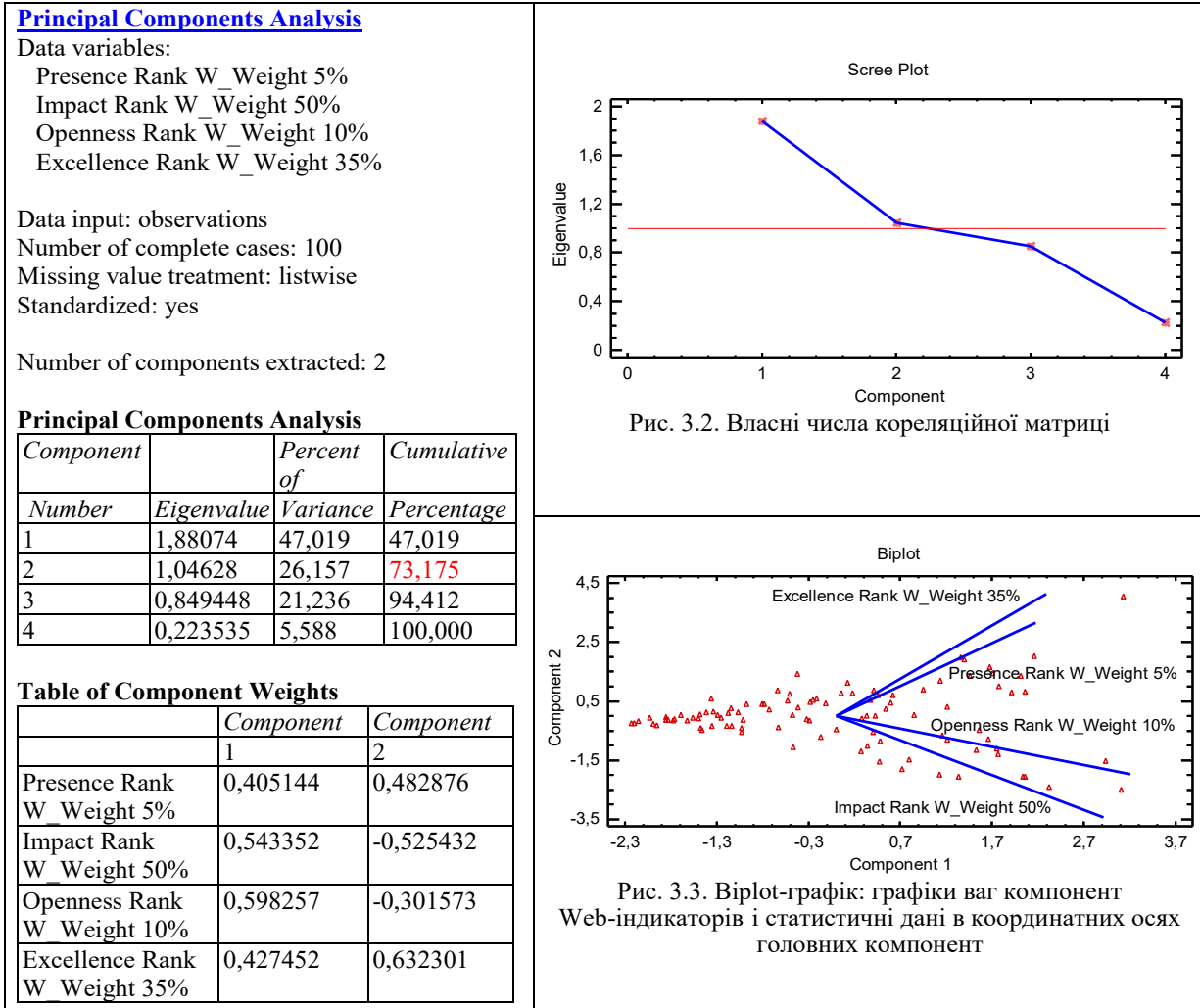
Внесок першої головної компоненти в сумарну дисперсію ознакової множини дорівнює 47,019 %, другої – 26,157 %. Отже, головні компоненти разом пояснюють 73,175% варіабельності вихідних даних (табл. 3.2), що вказує на достатньо високий ступінь факторизації.

Візуальна ілюстрація виокремлення головних компонент за критерієм Кайзера, надана програмою STATGRAPHICS, представлена на рис. 3.2.

Розрахунок вагових коефіцієнтів компонент Web-індикаторів наведений в Таблиці ваг компонент / Table of Component Weights (табл. 3.2). На графіці Biplot (рис. 3.3) точками відображені статистичні дані в координатних осях головних компонент; суцільними лініями показані вагові коефіцієнти Web-індикаторів у головних компонентах.

Таблиця 3.2

Виділення головних компонент і обчислення їх ваг для вибіркової сукупності Web-індикаторів топ-100 світових університетів за даними у січні 2020 р.



За наведеними в Таблиці ваг компонент розрахунковими даними рівняння головних компонент y_{1W} , y_{2W} для вибіркової сукупності Web-індикаторів топ-100 світових університетів за даними у січні 2020 р. записуються у вигляді:

$$y_{1W} = 0,405144 x_1^* + 0,543352 x_2^* + 0,598257 x_3^* + 0,427452 x_4^* \quad (3.1)$$

$$y_{2W} = 0,482876 x_1^* - 0,525432 x_2^* - 0,301573 x_3^* + 0,632301 x_4^* \quad (3.2)$$

де x_i^* ($i = 1, 2, 3, 4$) – стандартизовані значення змінних x_i :

$$x_i^* = \frac{x_i - \bar{x}_i}{\sigma_i} \quad (3.3)$$

\bar{x}_i – середні значення факторів x_i ($i = 1, 2, 3, 4$);

σ_i – їх стандартні відхилення.

3.3. Обчислення факторних навантажень та ідентифікація головних компонент.

Зв'язок первинних ознак $X = \{x_i, i = 1, 2, \dots, m\}$ і головних компонент $Y = \{y_j, j = 1, 2, \dots, n\}$ – визначення якого є ціллю факторного аналізу – описується матричним рівнянням (Johnson, & Wichern, 2007):

$$X - \bar{X} = LY + E,$$

де $X = \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_m \end{Bmatrix}$, $Y = \begin{Bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{Bmatrix}$ – матриці



відповідно вихідних факторів і головних компонент;

$\bar{X}_{[m \times 1]}$ – матриця-стовпець середніх значень факторів x_i ($i = 1, 2, \dots, m$);

$$L = \begin{Bmatrix} l_{11} & l_{12} & \dots & l_{1n} \\ l_{21} & l_{22} & \dots & l_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ l_{m1} & l_{m2} & \dots & l_{mn} \end{Bmatrix} \quad - \quad \text{матриця}$$

факторних навантажень; l_{ij} ($-1 \leq l_{ij} \leq 1$) – факторне навантаження i -ої ознаки на j -ий

фактор, яке характеризує тісноту лінійного зв'язку між i -ою ознакою та j -ою головною компонентою і задовольняє умову:

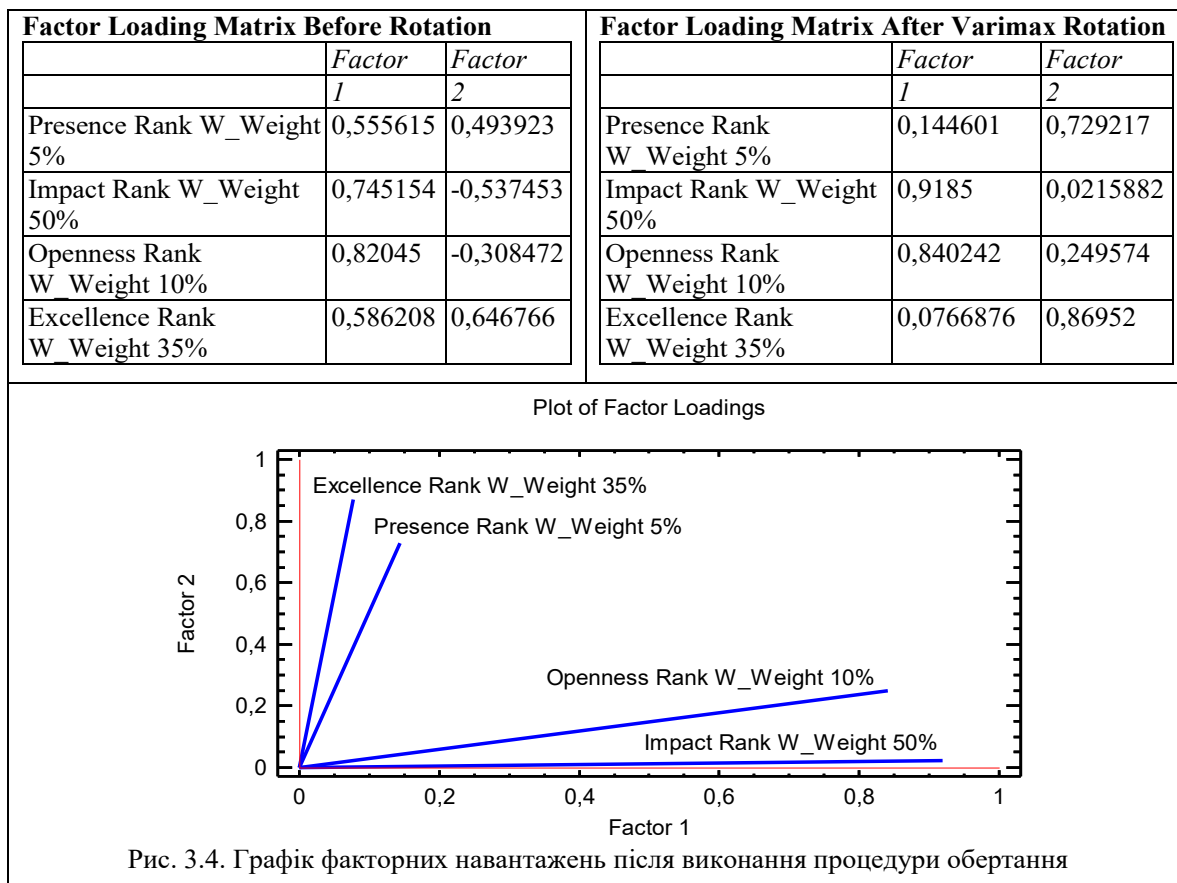
$$\sum_{i=1}^m l_{ij}^2 = \lambda_j \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad (3.4)$$

$E_{[m \times 1]} = \{\varepsilon_i\}$ – матриця-стовпець помилок, або специфічних факторів ε_i ($i = 1, 2, \dots, m$), некорельованих між собою.

Розрахунок факторних навантажень, виконаний з використанням інструменту Factor Analysis, наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Розрахунок факторних навантажень для вибіркової сукупності Web-індикаторів топ-100 світових університетів за даними у січні 2020 р.



Очевидно, що для отриманих в таблиці Factor Loading Matrix Before Rotation (табл. 3.3) розрахункових даних факторних навантажень виконуються умови (3.4):

$$\sum_{i=1}^4 l_{i1}^2 = 0,555615^2 + 0,745154^2 + 0,82045^2 + 0,586208^2 = 1,88074 = \lambda_1 \quad (3.5)$$

$$\sum_{i=1}^4 l_{i2}^2 = 0,493923^2 + (-0,537453)^2 + (-0,308472)^2 + 0,646766^2 = 1,04628 = \lambda_2 \quad (3.6)$$

Для спрощення ідентифікації компонент доцільно перетворити отриману факторну структуру, застосовуючи процедуру обертання. У програмі STATGRAPHICS така процедура реалізується застосуванням



інструменту Factor Analysis. Факторні навантаження за результатами здійснення обраної процедури обертання Varimax надані в таблиці Factor Loading Matrix After Varimax Rotation (табл. 3.3). За наведеними в цій таблиці розрахунковими даними аналітичні рівняння, які оцінюють факторні навантаження після обертання l'_1 , l'_2 , записуються у вигляді:

$$l'_1 = 0,144601x_1^* + 0,9185x_2^* + 0,840242x_3^* + 0,0766876x_4^*$$

$$l'_2 = 0,729217x_1^* + 0,0215882x_2^* + 0,249574x_3^* + 0,86952x_4^*$$

де x_i^* ($i = 1, 2, 3, 4$) визначаються співвідношенням (3.3).

Графік факторних навантажень після виконання процедури обертання показаний на рис. 3.4.

Відзначимо, що трансформовані факторні навантаження не задовольняють умову (3.4), проте сумарне факторне навантаження процедура обертання не змінює, тобто в загальному вигляді:

$$(3.7) \quad \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m l_{ij}^2 = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m l_{ij}'^2 = \sum_{j=1}^n \lambda_j$$

Дійсно, із (3.5), (3.6) маємо:

$$\sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^4 l_{ij}^2 = 1,88074 + 1,04628 = 2,92702 = \lambda_1 + \lambda_2$$

Такий же результат отримуємо і для обернених факторних навантажень l''_{ij} :

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^4 l_{ij}''^2 &= (0,144601^2 + 0,9185^2 + 0,840242^2 + 0,0766876^2) + \\ &+ (0,729217^2 + 0,0215882^2 + 0,249574^2 + 0,86952^2) = \\ &= 1,57644 + 1,35058 = 2,92702 \end{aligned}$$

Таким чином, за результатами обчислення головних компонент і факторних навантажень для вибіркової сукупності Web-індикаторів топ-100 світових університетів за даними у січні 2020 р. та з урахуванням актуальної методології складання рейтингу Вебометрікс отримуємо:

1) Перша головна компонента y_{1W} вагомо пов'язана з Вебометричними індикаторами Вплив / Impact та Відкритість / Openness і може бути ідентифікована як «Відкритість і впливовість Web-контенту». Саме ця компонента є найбільш значущою, бо вносить найбільший вклад в сумарну дисперсію сукупності факторних ознак.

2) Друга головна компонента y_{2W} пов'язана головним чином з Web-індикаторами Присутність / Presence та Перевага за якістю / Excellence і може бути трактована як «Обсяг і якість колективних суспільних знань».

Виокремлення й ідентифікація головних компонент дає можливість коректно побудувати регресійну модель по головним компонентам – модель, в якій при збереженні всієї інформації про досліджуваній об'єкт факторні ознаки є не корельованими.

4. Статистичний аналіз впливу індикаторів Вебометрікс на узагальнений показник світового рейтингу університетів.

Для аналізу впливу Вебометричних показників на узагальнений світовий рейтинг університетів побудуємо двофакторну регресійну модель залежності результативної ознаки z_W – Світового рейтингу університетів / World Rank від y_{1W} , y_{2W} – головних компонент Web-індикаторів топ-100 світових університетів за даними у січні 2020 р., які визначаються виразами (3.1) – (3.3).

Скористаємося для цього інструментом Multiple Regression програми STATGRAPHICS; результати розрахунків представимо в табл. 4.1.

За розрахунковими даними табл. 4.1 шукане рівняння регресії описується лінійним співвідношенням:

$$z_W(y_{1W}, y_{2W}) = 50,44 + 20,0701y_{1W} + 0,42089y_{2W} \quad (4.1)$$

Рівняння регресії (4.1) є найкращим у порівнянні з альтернативними моделями, запропонованими функцією Multiple Regression Options програми STATGRAPHICS, так як має найбільший коефіцієнт детермінації (R -squared) $R^2 = 90,1031$. Значення статистики R^2 свідчить про наявність тісного зв'язку між факторними і результативною ознаками і вказує, що модель пояснює 90,1031% варіації результативної ознаки.

Аналіз даних табл. 4.1 показав:

- оскільки значення P в таблиці Analysis of Variance (ANOVA) менше 0,05, то на 95,0 % рівні довіри існує статистично значущий зв'язок між змінними у вибірці;
- статистика Дарбіна-Уотсона (Durbin-Watson) застосовується для виявлення



автокореляції в залишках регресійних моделей. Оскільки розрахункове значення

P перевищує 0,05, то немає ознак послідовної автокореляції в залишках при рівні довіри 95,0 %;

Таблиця 4.1

Розрахункові дані побудови двофакторної регресійної моделі залежності рейтингу топ-100 світових університетів від головних компонент Web-індикаторів за даними у січні 2020 р.

| Multiple Regression - Rank W | | | | | |
|---|----------------|----------------|-------------|-------------|---------|
| Dependent variable: Rank W | | | | | |
| Independent variables: | | | | | |
| PCOMP_1 W (Principal Components) | | | | | |
| PCOMP_2 W (Principal Components) | | | | | |
| | | Standard | T | | |
| Parameter | Estimate | Error | Statistic | P-Value | |
| CONSTANT | 50,44 | 0,921676 | 54,7264 | 0,0000 | |
| PCOMP_1 W | 20,0701 | 0,675455 | 29,7135 | 0,0000 | |
| PCOMP_2 W | 0,42089 | 0,905602 | 0,464763 | 0,6431 | |
| Analysis of Variance | | | | | |
| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
| Model | 75018,6 | 2 | 37509,3 | 441,55 | 0,0000 |
| Residual | 8240,02 | 97 | 84,9486 | | |
| Total (Corr.) | 83258,6 | 99 | | | |
| R-squared = 90,1031 percent | | | | | |
| R-squared (adjusted for d.f.) = 89,899 percent | | | | | |
| Standard Error of Est. = 9,21676 | | | | | |
| Mean absolute error = 6,87228 | | | | | |
| Durbin-Watson statistic = 1,75814 (P=0,0973) | | | | | |
| Lag 1 residual autocorrelation = 0,102975 | | | | | |
| Correlation matrix for coefficient estimates | | | | | |
| | CONSTANT | PCOMP_1 W | PCOMP_2 W | | |
| CONSTANT | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | | |
| PCOMP_1 W | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | | |
| PCOMP_2 W | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | | |
| 95,0% confidence intervals for coefficient estimates | | | | | |
| Parameter | Estimate | Standard Error | Lower Limit | Upper Limit | |
| CONSTANT | 50,44 | 0,921676 | 48,6107 | 52,2693 | |
| PCOMP_1 W | 20,0701 | 0,675455 | 18,7295 | 21,4107 | |
| PCOMP_2 W | 0,42089 | 0,905602 | -1,37648 | 2,21826 | |
| Correlations | | | | | |
| | Rank W | PCOMP_1 W | PCOMP_2 W | | |
| Rank W | | 0,9491 | 0,0148 | | |
| | | (100) | (100) | | |
| | | 0,0000 | 0,8834 | | |
| PCOMP_1 W | 0,9491 | | 0,0000 | | |
| | (100) | | (100) | | |
| | 0,0000 | | 1,0000 | | |
| PCOMP_2 W | 0,0148 | 0,0000 | | | |
| | (100) | (100) | | | |
| | 0,8834 | 1,0000 | | | |

- в таблиці Correlation matrix for coefficient estimates вказані оціночні кореляції між коефіцієнтами в побудованій моделі, що використовуються для виявлення значущої мультиколінеарності (кореляції між незалежними змінними). У даному випадку немає кореляцій з абсолютними значеннями, що перевищують 0,5 (не виключаючи постійний член);

- в таблиці 95,0% confidence intervals for coefficient estimates вказані для коефіцієнтів побудованої моделі

$$z_W = a_0 + a_1 y_{1W} + a_2 y_{2W}$$

довірчі інтервали на 95,0% рівні довіри, тобто:

$$48,6107 \leq a_0 \leq 52,2693;$$

$$18,7295 \leq a_1 \leq 21,4107;$$

$$-1,37648 \leq a_2 \leq 2,21826;$$

- аналіз матриці парних коефіцієнтів кореляції (таблиця Correlations, розрахована з використанням інструменту Multiple-Variable Analysis) показує, що результативний показник z_W – Світовий рейтинг університетів (Rank W) найбільш тісно пов'язаний з показником y_{1W} (PCOMP_1 W) – першою головною компонентою, ідентифікованою як Відкритість і впливовість Web-контенту; при цьому факторні ознаки не корельовані між собою.

Таким чином, побудована лінійна регресійна модель (4.1) адекватна статистичним даним і може використовуватися для оцінки впливу Вебметричних індикаторів на загальний

світовий рейтинг топ-100 університетів за даними у січні 2020 р.

Відзначимо, що при необхідності регресійне рівняння (4.1) – рівняння адекватної кореляційної моделі з некорельованими факторами – може бути з урахуванням співвідношень (3.1) – (3.3) представлено у вигляді функції вихідних змінних x_i ($i=1, 2, 3, 4$) і проаналізовано за кожною з них. У даному випадку таке рівняння отримуємо у вигляді:

$$z_W(x_1, x_2, x_3, x_4) = 4,81385 + 1,12787x_1 + 0,370844x_2 + 2,16129x_3 + 0,405247x_4 \quad (4.2)$$

Візуально проілюструвати залежність функції регресії z_W від факторів x_i ($i=1, 2, 3, 4$)

можна, наприклад, побудувавши графіки функцій:

$$z_W(x_1, x_2) = z_W(x_1, x_2, \bar{x}_3, \bar{x}_4)$$

$$z_W(x_1, x_3) = z_W(x_1, \bar{x}_2, x_3, \bar{x}_4)$$

$$z_W(x_1, x_4) = z_W(x_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3, x_4)$$

$$z_W(x_2, x_3) = z_W(\bar{x}_1, x_2, x_3, \bar{x}_4)$$

$$z_W(x_2, x_4) = z_W(\bar{x}_1, x_2, \bar{x}_3, x_4)$$

$$z_W(x_3, x_4) = z_W(\bar{x}_1, \bar{x}_2, x_3, x_4)$$

де \bar{x}_i – середні значення факторів x_i ($i=1, 2, 3, 4$).

Схематичне представлення моделі такої декомпозиції показано на рис. 4.1.

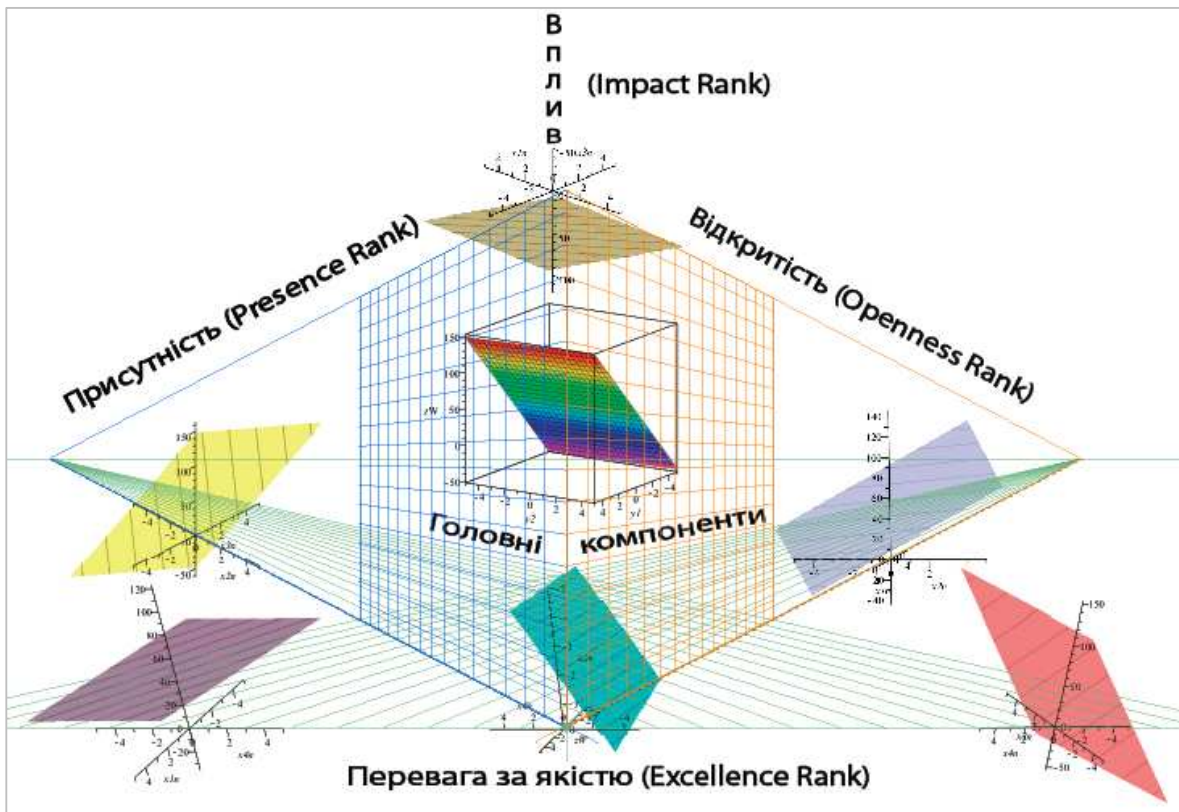


Рис. 4.1. Схематичне представлення кількісно-якісних залежностей рейтингу топ-100 світових університетів від індикаторів Вебометрікс і головних компонент за даними у січні 2020 р.

Відзначимо, що зображені на рис. 4.1 графіки були побудовані в математичному редакторі Maple 18, а тому ілюструють не тільки якісний, а і кількісний характер залежностей рейтингу топ-100 світових університетів від Вебометричних індикаторів та їх головних компонент за даними у січні 2020 р.

5. Оцінка стану українських ЗВО у Вебометричному рейтингу.

Проаналізуємо стан українських ЗВО у Вебометричному рейтингу за розробленим у п.п. 3, 4 алгоритмом.

Вихідними даними аналізу є статистична сукупність рейтингів 100 кращих університетів України і відповідних їм показників Web-індикаторів у січні 2020 р. (Ranking Web of Universities. Ukraine, 2020), фрагмент якої наведений на рис. 5.1.



| Ukraine | | | | | | | |
|---------|------------|---|------|----------------|--------------|----------------|------------------|
| ranking | World Rank | University | Det. | Presence Rank* | Impact Rank* | Openness Rank* | Excellence Rank* |
| 1 | 1147 | National Taras Shevchenko University of Kyiv / Київський національний університет Тараса Шевченка | ▶ | 728 | 1802 | 1152 | 1345 |
| 2 | 1489 | National Technical University of Ukraine Kyiv Polytechnic Institute / Національний технічний університет України Київський політехнічний інститут | ▶ | 403 | 1098 | 1281 | 2678 |
| 3 | 1929 | Sumy State University / Сумський державний університет | ▶ | 1109 | 2494 | 1553 | 2742 |
| 4 | 2259 | Kharkiv National University VN Karazin / Харківський національний університет В Н Каразіна | ▶ | 1203 | 3594 | 4228 | 2294 |
| 5 | 2423 | Ternopil National Economy University / Тернопільський національний економічний університет | ▶ | 1001 | 1208 | 1509 | 4389 |
| 6 | 2469 | National Technical University Kharkiv Polytechnical Institute / Национальный технический университет Харьковский политехнический институт | ▶ | 1090 | 4465 | 1436 | 3018 |
| 7 | 2993 | National Mining University of Ukraine / Національний гірничий університет | ▶ | 2325 | 3864 | 2483 | 3926 |
| 8 | 3018 | Lviv Polytechnic National University / Національний університет Львівська політехніка | ▶ | 1142 | 4406 | 7356 | 2097 |
| 9 | 3112 | Kharkiv National University of Radio Electronics / Харківський національний університет радіоелектроніки | ▶ | 2765 | 8240 | 1962 | 2956 |
| 10 | 3289 | Ivan Franko National University of Lviv / Львівський національний університет Івана Франка | ▶ | 1255 | 3235 | 7356 | 3092 |

Рис. 5.1. ЗВО України у Вебометричному рейтингу університетів світу за даними у січні 2020 р.

Використовувані вище позначення для факторних змінних (індикаторів Вебометрікс з урахуванням їх вагових коефіцієнтів) залишимо незмінними: x_i ($i = 1, 2, 3, 4$); результативну змінну – Рейтинг університетів України / Ukraine Rank будемо позначати z_U .

Наведемо узагальнюючі висновки за результатами проведеного аналізу статистичних розрахунків.

5.1. Розрахунок для факторних змінних кореляційної матриці.

За даними кореляційної матриці (табл. 5.1) у масиві факторних ознак наявна мультиколінеарність: йдеться, зокрема, про пари факторних змінних:

x_1 і x_2 ; x_1 і x_4 та x_2 і x_4 .

А це означає, що для здійснення подальшого статистичного аналізу доцільним є використання методу головних компонент.

5.2. Визначення головних компонент факторних ознак.

Виокремлення головних компонент для обраної вибіркової сукупності топ-100 університетів України за даними у січні 2020 р. показано в таблиці Principal Components Analysis (табл. 5.2).

У даному випадку існують два власні

значення, які перевищують 1 (рис. 5.2):

$$\lambda_1 = 1,57824 \text{ і } \lambda_2 = 1,10405;$$

а отже, є дві головні компоненти, які сумарно пояснюють 67,057% варіабельності факторних ознак.

За наведеними в Таблиці ваг компонент / Table of Component Weights розрахунками для вибіркової сукупності Web-індикаторів топ-100 університетів України за даними у січні 2020 р. рівняння головних компонент y_{1U} , y_{2U} записуються у вигляді:

$$y_{1U} = 0,626948x_1^* + 0,506399x_2^* + 0,0997396x_3^* + 0,583565x_4^* \quad (5.1)$$

$$y_{2U} = 0,20418x_1^* - 0,451499x_2^* + 0,868263x_3^* + 0,0240386x_4^* \quad (5.2)$$

де x_i^* ($i = 1, 2, 3, 4$) – стандартизовані значення змінних x_i , що визначаються співвідношенням (3.3).

5.3. Обчислення факторних навантажень та ідентифікація головних компонент.

Для вибіркової сукупності Web-індикаторів топ-100 університетів України за даними у січні 2020 р. здійснено розрахунок факторних навантажень, наведений в табл. 5.3:



Таблиця 5.1

Кореляційна матриця для вибіркової сукупності Web-індикаторів топ-100 університетів України за даними у січні 2020 р.

| Correlations | | | | |
|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| | Presence Rank U_Weight 5% | Impact Rank U_Weight 50% | Openness Rank U_Weight 10% | Excellence Rank U_Weight 35% |
| Presence Rank U_Weight 5% | | 0,2790 | 0,1598 | 0,3518 |
| | | (100) | (100) | (100) |
| | | 0,0049 | 0,1123 | 0,0003 |
| Impact Rank U_Weight 50% | 0,2790 | | -0,1259 | 0,2236 |
| | (100) | | (100) | (100) |
| | 0,0049 | | 0,2120 | 0,0253 |
| Openness Rank U_Weight 10% | 0,1598 | -0,1259 | | 0,0364 |
| | (100) | (100) | | (100) |
| | 0,1123 | 0,2120 | | 0,7191 |
| Excellence Rank U_Weight 35% | 0,3518 | 0,2236 | 0,0364 | |
| | (100) | (100) | (100) | |
| | 0,0003 | 0,0253 | 0,7191 | |

Таблиця 5.2

Виділення головних компонент і обчислення їх ваг для вибіркової сукупності Web-індикаторів топ-100 університетів України за даними у січні 2020 р.

Principal Components Analysis

Data variables:

- Presence Rank U_Weight 5%
- Impact Rank U_Weight 50%
- Openness Rank U_Weight 10%
- Excellence Rank U_Weight 35%

Data input: observations

Number of complete cases: 100

Missing value treatment: listwise

Standardized: yes

Number of components extracted: 2

Principal Components Analysis

| Component | | Percent of | Cumulative |
|-----------|------------|------------|---------------|
| Number | Eigenvalue | Variance | Percentage |
| 1 | 1,57824 | 39,456 | 39,456 |
| 2 | 1,10405 | 27,601 | 67,057 |
| 3 | 0,731928 | 18,298 | 85,355 |
| 4 | 0,585785 | 14,645 | 100,000 |

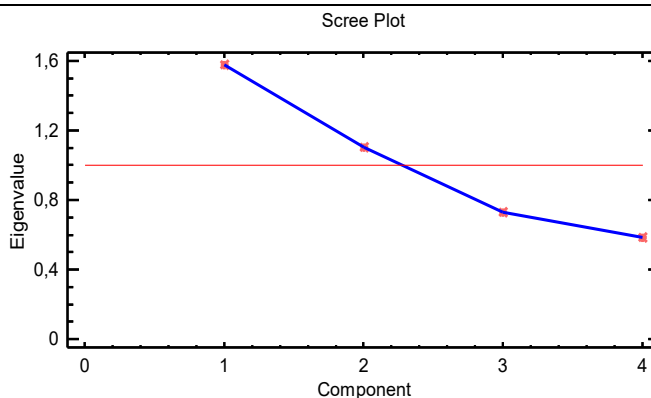


Рис. 5.2. Власні числа кореляційної матриці

Table of Component Weights

| | Component | Component |
|------------------------------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 |
| Presence Rank U_Weight 5% | 0,626948 | 0,20418 |
| Impact Rank U_Weight 50% | 0,506399 | -0,451499 |
| Openness Rank U_Weight 10% | 0,0997396 | 0,868263 |
| Excellence Rank U_Weight 35% | 0,583565 | 0,0240386 |



Розрахунок факторних навантажень для вибіркової сукупності Web-індикаторів топ-100 університетів України за даними у січні 2020 р.

| Factor Loading Matrix Before Rotation | | | Factor Loading Matrix After Varimax Rotation | | |
|---------------------------------------|----------|-----------|--|----------|-----------|
| | Factor 1 | Factor 2 | | Factor 1 | Factor 2 |
| Presence Rank U_Weight 5% | 0,787621 | 0,21454 | Presence Rank U_Weight 5% | 0,788186 | 0,212458 |
| Impact Rank U_Weight 50% | 0,636178 | -0,474408 | Impact Rank U_Weight 50% | 0,634922 | -0,476087 |
| Openness Rank U_Weight 10% | 0,125301 | 0,912318 | Openness Rank U_Weight 10% | 0,127711 | 0,911984 |
| Excellence Rank U_Weight 35% | 0,73312 | 0,0252583 | Excellence Rank U_Weight 35% | 0,733184 | 0,0233211 |

Plot of Factor Loadings

Рис. 5.3. Графік факторних навантажень після процедури обертання

- до обертання – таблиця Factor Loading Matrix Before Rotation;
- після виконання процедури обертання – таблиця Factor Loading Matrix After Varimax Rotation;
- графік факторних навантажень після обертання – рис. 5.3.

Таким чином, аналітичні рівняння для оцінки факторних навантажень після обертання l'_1 , l'_2 мають вигляд:

$$l'_1 = 0,788186x_1^* + 0,634922x_2^* + 0,127711x_3^* + 0,733184x_4^*$$

$$l'_2 = 0,212458x_1^* - 0,476087x_2^* + 0,911984x_3^* + 0,0233211x_4^*$$

де x_i^* ($i = 1, 2, 3, 4$) визначаються за формулою (3.3).

Очевидно, що отримані в розрахунковій табл. 5.3 факторні навантаження задовольняють умови (3.4), (3.7):

$$\sum_{i=1}^4 l_{i1}^2 = 0,787621^2 + 0,636178^2 + 0,125301^2 + 0,73312^2 = 1,57824 = \lambda_1$$

$$\sum_{i=1}^4 l_{i2}^2 = 0,21454^2 + (-0,474408)^2 + 0,912318^2 + 0,0252583^2 = 1,10405 = \lambda_2$$

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^4 l_{ij}^2 &= (0,788186^2 + 0,634922^2 + 0,127711^2 + 0,733184^2) + \\ &+ (0,212458^2 + (-0,476087)^2 + 0,911984^2 + 0,0233211^2) = \\ &= 1,57823 + 1,10406 = 2,68229, \end{aligned}$$

тобто

$$\sum_{j=1}^2 \lambda_j = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^4 l_{ij}^2 = 1,57824 + 1,10405 = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^4 l_{ij}^2 = 2,68229$$

Висновки за результатами обчислення головних компонент і факторних навантажень для вибіркової сукупності індикаторів Вебметрікс топ-100 університетів України за даними у січні 2020 р. полягають у наступному:

1) Перша головна компонента y_{1U} пов'язана з такими Вебметричними індикаторами (з урахуванням їх вагової значимості у рейтингу Вебметрікс):

- x_1 : Присутність / Presence;
- x_4 : Перевага за якістю / Excellence;
- x_2 : Вплив / Impact



і може бути ідентифікована як «Обсяг Інтернет-контенту, включаючи зовнішні мережі, пов'язані з Web-сторінками університету, та якість наукових праць». Вклад цієї компоненти в сумарну дисперсію сукупності факторних ознак складає 39,456%.

2) Друга головна компонента y_{2U} вносить дещо менший вклад в сумарну дисперсію (27,601%) і безпосередньо пов'язана з Web-індикатором x_3 : Відкритість / Openness, тобто визначається як «Кількість цитувань найбільш видатних авторів».

5.4. Статистичний аналіз впливу Веб-метричних індикаторів на узагальнений показник рейтингу українських ЗВО.

Вплив Web-індикаторів на узагальнений рейтинг університетів України за даними у січні 2020 р. оцінимо на основі аналізу двофакторної регресійної моделі залежності результативної ознаки z_U – Рейтингу університетів України / Ukraine Rank від y_{1U} , y_{2U} – головних компонент (5.1), (5.2), (3.3) факторних ознак, що розглядаються.

Результати розрахунків для побудови регресійної моделі наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4

Розрахункові дані побудови двофакторної регресійної моделі залежності рейтингу топ-100 університетів України від головних компонент Web-індикаторів за даними у січні 2020 р.

| Multiple Regression - Rank U | | | | | Correlation matrix for coefficient estimates | | | | | |
|---|----------------|----------|-------------|---------|---|-----------|-----------|---------|-------------|-------------|
| Dependent variable: Rank U | | | | | CONSTANT | PCOMP_1 U | PCOMP_2 U | | | |
| Independent variables: | | | | | CONSTANT | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | | |
| PCOMP_1 U (Principal Components) | | | | | PCOMP 1 U | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | | |
| PCOMP_2 U (Principal Components) | | | | | PCOMP 2 U | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | | |
| Box-Cox transformation applied: power = 0,471796 shift = 0,0 | | | | | | | | | | |
| | | Standard | T | | | | | | | |
| Parameter | Estimate | Error | Statistic | P-Value | | | | | | |
| CONSTANT | 11636,9 | 100,599 | 115,677 | 0,0000 | | | | | | |
| PCOMP 1 U | 1405,45 | 80,4801 | 17,4633 | 0,0000 | | | | | | |
| PCOMP 2 U | 259,427 | 96,2232 | 2,6961 | 0,0083 | | | | | | |
| Analysis of Variance | | | | | 95,0% confidence intervals for coefficient estimates | | | | | |
| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value | Parameter | Estimate | Error | Lower Limit | Upper Limit |
| Model | 3,16E+08 | 2 | 1,58E+08 | 156,12 | 0,0000 | CONSTANT | 11636,9 | 100,599 | 11437,2 | 11836,6 |
| Residual | 9,82E+07 | 97 | 1,01E+06 | | | PCOMP 1 U | 1405,45 | 80,4801 | 1245,71 | 1565,18 |
| Total (Corr.) | 4,14E+08 | 99 | | | | PCOMP 2 U | 259,427 | 96,2232 | 68,4502 | 450,404 |
| R-squared = 76,2972 percent | | | | | Correlations | | | | | |
| R-squared (adjusted for d.f.) = 75,8085 percent | | | | | Rank U | PCOMP_1 U | PCOMP_2 U | | | |
| Standard Error of Est. = 1005,99 | | | | | Rank U | | | 0,8411 | 0,1158 | |
| Mean absolute error = 736,669 | | | | | | (100) | (100) | | | |
| Durbin-Watson statistic = 1,50914 (P=0,0052) | | | | | | 0,0000 | 0,2512 | | | |
| Lag 1 residual autocorrelation = 0,237794 | | | | | PCOMP_1 U | 0,8411 | | 0,0000 | | |
| | | | | | | (100) | | (100) | | |
| | | | | | | 0,0000 | | 1,0000 | | |
| | | | | | PCOMP_2 U | 0,1158 | 0,0000 | | | |
| | | | | | | (100) | (100) | | | |
| | | | | | | 0,2512 | 1,0000 | | | |

За розрахунковими даними табл. 5.4 маємо, що шукане рівняння регресії записується у вигляді:

$$1 + \frac{(z_U(y_{1U}, y_{2U}))^{0,471796} - 1}{0,471796 \cdot 5490,84^{-0,528204}} = 11636,9 + 1405,45 y_{1U} + 259,427 y_{2U}$$

або, перетворюючи його до явного виразу:

$$z_U(y_{1U}, y_{2U}) = (59,1115 + 7,01904 y_{1U} + 1,29562 y_{2U})^{2,11956} \quad (5.3)$$

Регресійна залежність (5.3) Рейтингу університетів України (Ukraine Rank) z_U від головних компонент y_{1U} , y_{2U} графічно проілюстрована на рис. 5.2, виконаному в математичному редакторі Maple 18.

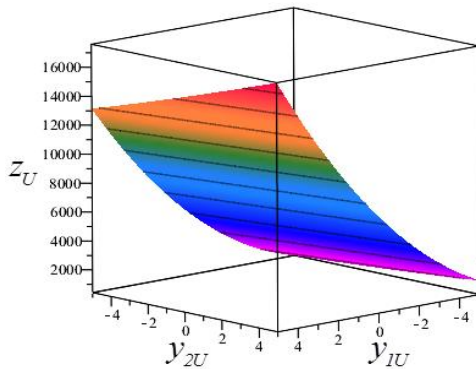


Рис. 5.2. Залежність Рейтингу університетів України від головних компонент

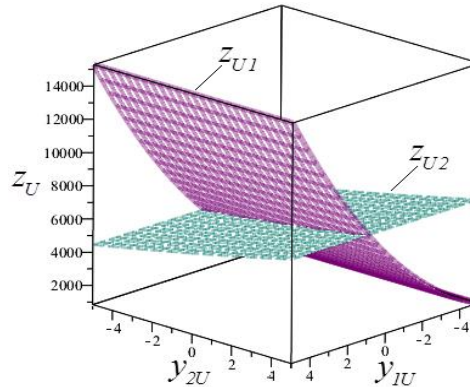


Рис. 5.3. Залежність Рейтингу університетів України від кожної із головних компонент при середньому значенні іншої

Аналіз рівняння (5.3) з використанням функції Analysis Options програми STATGRAPHICS показав, що воно є найкращим у порівнянні з альтернативними моделями за коефіцієнтом детермінації (R -squared) $R^2 = 76,2972$, тобто побудована модель пояснює 76,2972% варіації результативного фактору.

Розрахункові дані табл. 5.3 дозволяють дійти таких висновків:

- значення P в таблиці ANOVA менше 0,05, що на рівні довіри 95,0% свідчить про існування статистично значущого зв'язку між досліджуваними факторами;
- P -значення (P -Value) для всіх параметрів моделі менше 0,05, що вказує на їх статистичну значимість на 95,0% рівні довіри; отже, немає сенсу видаляти будь-які змінні з моделі;
- кореляції між коефіцієнтами в побудованій моделі, наведені в таблиці Correlation matrix for coefficient estimates, вказують на відсутність значущої мультиколінеарності;
- в таблиці 95,0% confidence intervals for coefficient estimates вказані на 95,0% рівні довіри довірчі інтервали для коефіцієнтів побудованої моделі:

$$1 + \frac{(z_U(y_{IU}, y_{2U}))^{0,471796} - 1}{0,471796 \cdot 5490,84^{-0,528204}} = a_0 + a_1 y_{IU} + a_2 y_{2U}$$

тобто:

$$11437,2 \leq a_0 \leq 11836,6;$$

$$1245,71 \leq a_1 \leq 1565,18;$$

$$68,4502 \leq a_2 \leq 450,404;$$

- з матриці парних коефіцієнтів кореляції (таблиця Correlations) очевидно, що факторні ознаки y_{IU} , y_{2U} некорельовані між собою, а результативний показник z_U – Рейтинг університетів України (Ukraine Rank) найбільш тісно пов'язаний з першою головною компонентою y_{IU} (PCOMP_1 U), ідентифікованою як Обсяг Інтернет-контенту, включаючи зовнішні мережі, пов'язані із Web-сторінками університету, та якість наукових праць.

Наглядна геометрична інтерпретація останнього висновку наведена на рис. 5.3, де позначено:

- $z_{U1} = f(y_{IU}, \overline{y_{2U}})$ – залежність Рейтингу університетів України від першої головної компоненти y_{IU} при середньому значенні y_{2U} другої головної компоненти y_{2U} :

$$z_{U1}(y_{IU}) = (59,1115 + 7,01904 y_{IU})^{2,11956};$$

- $z_{U2} = f(\overline{y_{IU}}, y_{2U})$ – відповідно залежність Рейтингу університетів України від другої головної компоненти y_{2U} при середньому значенні y_{IU} першої y_{IU} :

$$z_{U2}(y_{2U}) = (59,1115 + 1,29562 y_{2U})^{2,11956}.$$

Очевидно, що рівняння регресії (5.3) може бути з урахування співвідношень (5.1), (5.2), (3.3) і наданих в табл. 5.5 зведених статистичних даних представлено як функція початкових змінних x_i ($i = 1, 2, 3, 4$).

У даному випадку після деяких перетворень отримуємо:

$$z_U(x_1, x_2, x_3, x_4) = (24,3669 + 0,0272951x_1 + 0,00159831x_2 + 0,00808989x_3 + 0,0101478x_4)^{2,11956} \quad (5.4)$$

Зведені статистичні дані щодо Web-індикаторів топ-100 українських ЗВО за даними у січні 2020 р. (з урахуванням вагових коефіцієнтів)

| Summary Statistics | | | | | |
|---------------------|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|
| | Rank U | Presence Rank U Weight 5% | Impact Rank U Weight 50% | Openness Rank U Weight 10% | Excellence Rank U Weight 35% |
| Count | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Average | 5889,24 | 230,804 | 3946,41 | 448,747 | 1825,71 |
| Standard deviation | 1972,91 | 170,914 | 1857,88 | 225,592 | 406,715 |
| Coeff. of variation | 33,5003% | 74,0512% | 47,0777% | 50,2715% | 22,2771% |
| Minimum | 1147,0 | 20,15 | 548,0 | 115,1 | 470,4 |
| Maximum | 9211,0 | 1066,75 | 9266,0 | 735,7 | 2129,4 |
| Range | 8064,0 | 1046,6 | 8718,0 | 620,6 | 1659,0 |
| Std. skewness | -0,840954 | 8,58245 | 1,21762 | 1,12674 | -5,2507 |
| Std. kurtosis | -1,49659 | 14,1232 | -1,28442 | -3,32136 | 1,71938 |

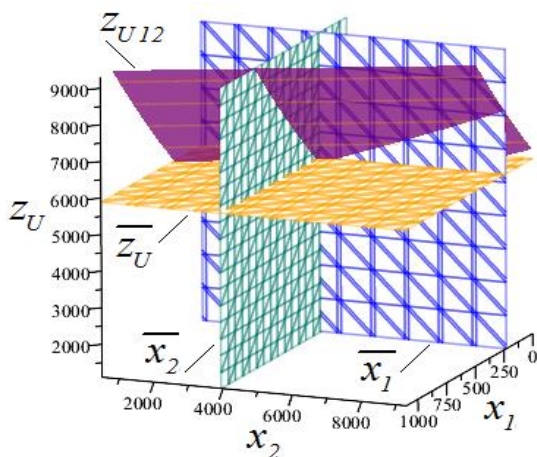


Рис. 5.4. Залежність Рейтингу університетів України від факторів x_1 : Присутність / Presence і x_2 : Вплив / Impact з урахуванням їх вагової значущості

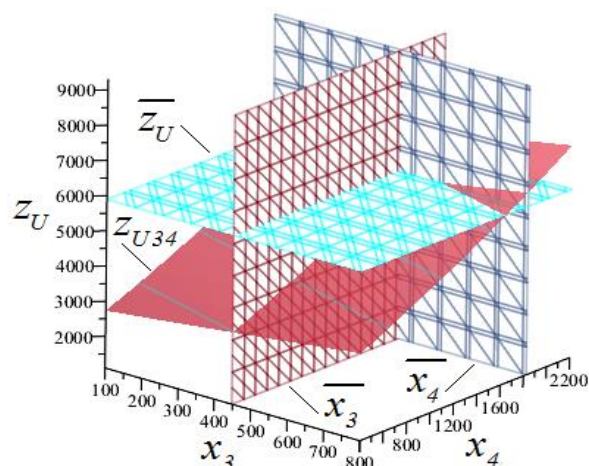


Рис. 5.5. Залежність Рейтингу університетів України від факторів x_3 : Відкритість / Openness і x_4 : Перевага за якістю / Excellence з урахуванням їх вагової значущості

На графіках (рис. 5.4, рис. 5.5) графічно проілюстрована обчислена за формулою (5.4) залежність Рейтингу університетів України відповідно від змінних x_1, x_2 і x_3, x_4 при середніх значеннях факторів x_3, x_4 і x_1, x_2 , а саме:

$$\bullet \quad z_{U12}(x_1, x_2) = f(x_1, x_2, \bar{x}_3, \bar{x}_4)$$

$$z_{U12}(x_1, x_2) = (46,5041 + 0,0272951x_1 + 0,00159831x_2)^{2,11956}$$

$$\bullet \quad z_{U34}(x_3, x_4) = f(\bar{x}_1, \bar{x}_2, x_3, x_4):$$

$$z_{U34}(x_3, x_4) = (36,9543 + 0,00808989x_3 + 0,0101478x_4)^{2,11956}$$

Для порівняння на цих же графіках показані площинами середні значення відповідних змінних:

$$\bullet \quad \text{на рис. 5.4:} \quad \begin{aligned} x_1 = \bar{x}_1 = 230,804 & & x_2 = \bar{x}_2 = 3946,41; \\ z_U = \bar{z}_U = 5889,24 & & \end{aligned}$$

$$\bullet \quad \text{на рис. 5.5:} \quad \begin{aligned} x_3 = \bar{x}_3 = 448,747; & & x_4 = \bar{x}_4 = 1825,71; \\ z_U = \bar{z}_U = 5889,24 & & \end{aligned}$$

6. Порівняльний аналіз рейтингу провідних українських і світових



університетів у системі Вебометрікс.

У контексті світових тенденцій рівень професійної підготовки випускника ЗВО і, як наслідок, його конкурентоспроможність на ринку праці є інтегральним показником, що не в останню чергу враховує престиж освітнього закладу, в якому людина здобула освіту, і те місце, що займає заклад у світових і національних рейтингах. Зі входженням України у світовий освітній і науковий простір загострилися проблеми, з якими зіткнулися вітчизняні ЗВО, а саме, низькі рейтингові позиції у світі навіть провідних з них українських ЗВО. Саме тому необхідним є об'єктивний аналіз та визначення факторів,

що спричиняють наявний стан речей, і розробка обґрунтованих пропозицій щодо його системного покращення.

6.1. Зіставлення рейтингу ЗВО України і найкращих університетів світу за змістом головних компонент.

За результатами проведеного у п. 3 і п. 5 статистичного аналізу на рис. 6.1 схематично зображені для ЗВО України і світу головні компоненти та фактори, що їх навантажують.

Виявлено, що головні компоненти, які спричиняють найбільш вагомий вплив на загальний Вебометричний рейтинг, для кращих світових і українських університетів суттєво відрізняються (рис. 6.1).

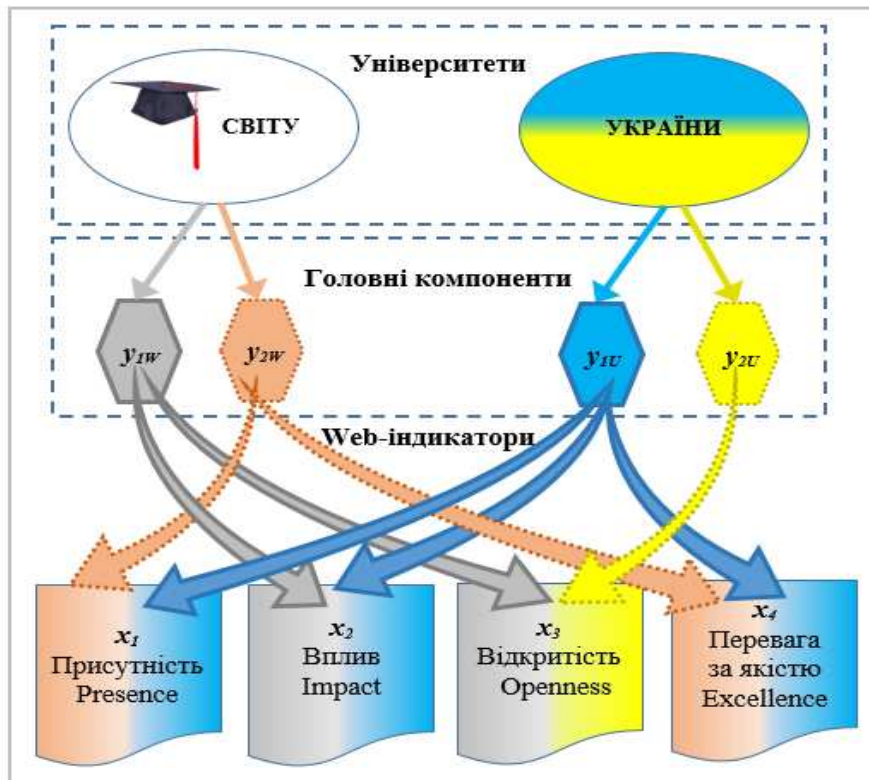


Рис. 6.1. Схема розподілу навантажень головних компонент Web-індикаторами для найкращих світових і українських університетів за даними у січні 2020 р.

Так, для топ-100 провідних світових університетів найбільш вагомими є Web-індикатори (табл. 3.3):

- x_2 – Вплив / Impact;
- x_3 – Відкритість / Openness.

І саме ці чинники обумовлюють високі показники загального рейтингу світових університетів, бо мають у середньому кращі рейтингові бали, ніж фактори x_1 і x_4 (табл. 6.1).

Тоді як для провідних українських ЗВО першу головну компоненту навантажують (табл. 5.3) Web-індикатори (у порядку зменшення вагомості):

- x_1 – Присутність / Presence;
- x_4 – Перевага за якістю / Excellence;
- x_2 – Вплив / Impact,

середні показники яких гірші за середнє значення другої головної компоненти (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Зведені статистичні дані щодо Web-індикаторів провідних світових і провідних українських ЗВО за даними у січні 2020 р. (без урахування вагових коефіцієнтів)

| Summary Statistics W | | | | |
|----------------------|-----------------|---------------|-----------------|-------------------|
| | Presence Rank W | Impact Rank W | Openness Rank W | Excellence Rank W |
| Count | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Average | 152,37 | 69,9 | 64,72 | 71,1 |
| Standard deviation | 147,792 | 57,6197 | 54,9678 | 62,3615 |
| Coeff. of variation | 96,9954% | 82,4316% | 84,9317% | 87,7096% |
| Minimum | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Maximum | 741,0 | 252,0 | 268,0 | 339,0 |
| Range | 740,0 | 251,0 | 267,0 | 338,0 |
| Std. skewness | 6,98271 | 4,29264 | 6,82361 | 6,75411 |
| Std. kurtosis | 6,1925 | 0,953516 | 7,04434 | 6,92467 |

| Summary Statistics U | | | | |
|----------------------|-----------------|---------------|-----------------|-------------------|
| | Presence Rank U | Impact Rank U | Openness Rank U | Excellence Rank U |
| Count | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Average | 4616,09 | 7892,82 | 4487,47 | 5216,32 |
| Standard deviation | 3418,27 | 3715,76 | 2255,92 | 1162,04 |
| Coeff. of variation | 74,0512% | 47,0777% | 50,2715% | 22,2771% |
| Minimum | 403,0 | 1096,0 | 1151,0 | 1344,0 |
| Maximum | 21335,0 | 18532,0 | 7357,0 | 6084,0 |
| Range | 20932,0 | 17436,0 | 6206,0 | 4740,0 |
| Std. skewness | 8,58245 | 1,21762 | 1,12674 | -5,2507 |
| Std. kurtosis | 14,1232 | -1,28442 | -3,32136 | 1,71938 |

А це означає, що для принципового покращення представленості українських ЗВО у Веб-метричному просторі їм вітчизняним ЗВО потрібно, у першу чергу, здійснювати заходи щодо комплексного вдосконалення всіх наведених вище показників, а саме, збільшувати обсяг Інтернет-контенту, включаючи зовнішні мережі, пов'язані з Web-сторінками ЗВО, та піднімати якість наукових праць.

6.2. Оцінка рейтингу провідних світових і українських ЗВО за коефіцієнтами кореляції.

Коефіцієнти кореляції між кожною парою змінних для провідних ЗВО світу й України, наведені в таблиці Correlations (табл. 4.1 і табл. 5.4 відповідно), вказують на існування в обох вибірках статистично значущих ненульових кореляцій при рівні довіри 95,0% (P -значення менше 0,05), а саме:

- для світових ЗВО: між парою змінних z_w : Світовий рейтинг (Rank W) і першою головною компонентою y_{1w} (PCOMP_1 W);
- аналогічно для українських ЗВО: між парою змінних z_u : Рейтинг ЗВО України (Rank U) і першою головною компонентою y_{1u} (PCOMP_1 U).

Це підтверджує висновок про значущий вплив першої головної компоненти на

загальний рейтинг як світових, так і українських ЗВО.

Крім того, наявність визначального впливу першої головної компоненти на загальний рейтинг світових і українських університетів вказують також розрахунки наданих в табл. 6.2 частинних коефіцієнтів кореляції, що оцінюють, зокрема, «чистий» вплив кожного з факторів (без урахування впливу іншого фактору) на результативну змінну.

Проте наведені в цій таблиці дані свідчать і про суттєві відмінності при виявленні «чистого» впливу факторів на результативний чинник для світових і українських ЗВО:

- для світових університетів відсутня статистично значуща ненульова кореляція при рівні довіри 95,0% між парою змінних z_w : Світовий рейтинг (Rank W) і другою головною компонентою y_{2w} (PCOMP_2 W), так як у даному випадку $P = 0,6431 > 0,05$
- тоді як для українських університетів для пари змінних z_u : Рейтинг ЗВО України (Rank U) і другої головної компоненти y_{2u} (PCOMP_2 U) маємо $P = 0,0333 < 0,05$, що вказує на наявність статистично значущої ненульової кореляції між цими чинниками при 95,0% рівні довіри.



Таблиця 6.2

Частинні коефіцієнти кореляції Web-індикаторів топ-100 світових і топ-100 українських університетів за даними у січні 2020 р.

| | | | | | | | |
|-----------|-----------------|------------------|------------------|-----------|-----------------|------------------|------------------|
| | Rank W | PCOMP 1 W | PCOMP 2 W | | Rank U | PCOMP 1 U | PCOMP 2 U |
| Rank W | | 0,9492 (100) | 0,0471 (100) | Rank U | | 0,8468 (100) | 0,2141 (100) |
| | | 0,0000 | 0,6431 | | | 0,0000 | 0,0333 |
| PCOMP 1 W | 0,9492 (100) | | -0,0447 (100) | PCOMP 1 U | 0,8468 (100) | | -0,1813 (100) |
| | 0,0000 | | 0,6601 | | 0,0000 | | 0,0724 |
| PCOMP 2 W | 0,0471 (100) | -0,0447 (100) | | PCOMP 2 U | 0,2141 (100) | -0,1813 (100) | |
| | 0,6431 | 0,6601 | | | 0,0333 | 0,0724 | |

Отже, на ВебOMETричний рейтинг українських ЗВО значущий вплив надає також і друга головна компонента y_{2U} : Кількість цитувань найбільш видатних авторів. Значення цього чинника у середньому кращі за інші Web-індикатори за даними у січні 2020 р. (табл. 6.1), проте для підвищення рейтингу українських ЗВО у системі ВебOMETрікс показники за цим фактором теж потребують удосконалення.

Висновки.

Пропозиції стосовно покращення представленості в Інтернет-просторі і коригування Web-політики українських ЗВО.

Узагальнюючи результати проведеного статистичного аналізу, наведемо по кожному з ВебOMETричних показників загальні рекомендації, урахування яких ми вважаємо доцільним для українських ЗВО в плані коригування і вдосконалення їх Web-політики.

1) Для покращення позицій за показником Присутність / Presence необхідно:

- збільшувати кількість сторінок сайту ЗВО з різноманітним контентом, що стосується навчальної роботи, методичного забезпечення навчального процесу, наукової діяльності і міжнародного співробітництва викладачів, співробітників і студентів закладу;

- систематично розмішувати на Web-сайтах ЗВО тези доповідей на науково-практичних конференціях, виступи на семінарах, матеріали круглих столів та інших науково-дослідницьких заходів, що проводяться в ЗВО: у ВебOMETрікс приділяють значну увагу таким видам наукової роботи

(Тютюнник, & Грицеляк, 2013);

- розробляти і впроваджувати електронні навчальні курси;
- розробляти англomовні освітні програми з їх детальним представленням на сайті ЗВО;
- розширювати і розвивати мультимовні версії сайту університету.

2) В плані підвищення рейтингу за показником Вплив / Impact доцільним є:

- збільшення присутності ЗВО в соціальних мережах;
- активне впровадження програм академічної мобільності, як то стажування, підвищення кваліфікації, професійна перепідготовка, відрядження з метою обміну досвідом, розробки спільних наукових проектів і програм або участі в міжнародних наукових заходах;

- розширення співробітництва та взаємодії із зарубіжними колегами, університетами і науковими установами;

- запрошення на навчання іноземних студентів в рамках реалізації програм обміну;

- участь у міжнародних науково-дослідницьких проектах;

- включення посилань на сайт університету в наукових публікаціях.

3) Для підвищення показників за критерієм Відкритість / Openness слід звернути увагу на:

- забезпечення відкритого доступу до всіх наукових напрацювань ЗВО: дослідницьких проектів, наукових журналів і матеріалів конференцій, що проводяться в ЗВО, матеріалів дисертацій, захищених у спеціалізованих вчених радах ЗВО;

- активізацію наукової взаємодії з



академічним середовищем – вітчизняними академічними інститутами, провідними зарубіжними установами, світовою науковою елітою – з метою проведення спільних наукових досліджень і публікації їх результатів;

- дослідження наукових проблем, пріоритетних за відповідною тематикою у зарубіжних наукових колах;

- стимулювання науковців ЗВО до публікації своїх наукових праць в англійських журналах і періодичних виданнях;

- впровадження системи грантів на пріоритетні фундаментальні і прикладні наукові дослідження;

- постійне й оперативне оновлення наукової бази даних свого сайту ЗВО.

4) Стосовно покращення показника Перевага за якістю / Excellence має сенс вжити таких заходів:

- заохочувати науковців ЗВО до публікації результатів своїх досліджень у вітчизняних та зарубіжних виданнях, які реферуються в наукометричних базах даних

Scopus і Web of Science;

- посилити вимоги до якості наукових праць, що публікуються у вітчизняних друкованих та Інтернет-виданнях – журналах, збірниках наукових праць, збірниках тез доповідей на конференціях і т. і.;

- редакційним колегіям добиватися підняття міжнародного рейтингу українських наукових журналів і періодичних видань, зокрема, включенням їх до наукометричних баз даних Scopus та/або Web of Science (для нерезерованих журналів) та підняття квартиля журналу (для реферованих у цих базах даних видань);

- на зразок провідних європейських наукових журналів повсюдно ввести в українських наукових виданнях систему «чорних рецензентів» – рецензування наукових статей незалежними експертами, анонімною для авторів;

- вітчизняним вченим направити зусилля на підвищення якості дослідницької роботи задля збільшення конкурентоспроможності своїх публікацій у світовому науковому просторі.

БІБЛІОГРАФІЧНІ ПОСИЛАННЯ

Бардась А. В. Шляхи підвищення позицій вітчизняних вищих навчальних закладів у міжнародних рейтингах. Управління якістю підготовки кадрів з вищою освітою через удосконалення процедур ліцензування, акредитації та рейтингування: наук.-метод. конференція, 15-16 березня 2012 : збірник тез доповідей, 2012. С. 109–113.

Буйницька О. П., Степура І. С., & Смірнова В. А. Вебметричний рейтинг як інструмент оцінювання якості відкритого освітнього е-середовища університету. Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. 2016. № 2. С. 107–119.

Валенкевич Л. П., Фінкільштейн О. В. Аналіз сучасних рейтингів вищих навчальних закладів як інструменту оцінки якості вищої освіти. Теорія та практика державного управління: зб. наук. пр. Харків : Вид-во ХарПІ НАДУ «Магістр», 2013. Вип. 3 (42). С. 1–8.

Горбулін В. П., Полумієнко С. К., Трофимчук О. М. Методи оцінки та формування стратегії розвитку національних наукових досліджень і розробок. Математичне моделювання в економіці. 2019. № 2. С. 5–20.

Деякі питання державної атестації наукових установ : Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 17 вересня 2018 р. № 1008. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1504-18>.

Дрешпак В. М., Старушенко Г. А. Міжнародні рейтинги університетів як інструмент оцінювання державної політики у сфері вищої освіти. Аспекти публічного управління. 2017. Т. 5, № 7. С. 27–35.

Дубинский А. Г. Международный рейтинг вузов Webometrics: как увеличить значение фактора превосходства. Научный вестник НЛТУ Украины. 2012. Вип. 22.15. С. 377–384.

Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2001. 170 с.

Кайдалова А. В., Посилкіна О. В. Теоретико-методологічні підходи до оцінювання якості вищої освіти в контексті світових рейтингів вищих навчальних закладів. Фармацевтичний часопис. 2015. № 4. С. 75–81.

Квітка С., Старушенко Г., & Андріанов І. Наукометричні методи аналізу ефективності наукових досліджень за даними Web of Science. Аспекти публічного управління. 2020. Т. 8, № 1 SI. С. 60–67. <https://doi.org/10.15421/152042>

Кочеткова О. П., Вавіліна Н. І., Чаркіна О. О. Науково-освітня діяльність ВНЗ за міжнародними показниками. НТІ. 2016. № 2. С. 34–43.

Круш П. В., Заборовець О. П., Заборовець М. О. Аналіз теоретико-методологічних підходів до оцінки ефективності та результативності інноваційної діяльності наукових установ України. Сучасні проблеми економіки і підприємництва: збірник наукових праць. 2010. Вип. 5 (ч. I). С. 65–71.

Курбатов С. Теоретико-методологічні перспективи розробки міжнародних університетських рейтингів. Вища освіта України. 2015. № 1. С. 34–39.

Михайліченко М. В. Рейтингування як механізм оцінювання якості освітніх послуг. Научный часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. 2011. Вип. 27. Сер. 5: «Педагогічні науки: реалії та перспективи». С. 180–184.

Опубліковано новий рейтинг Webometrics (January 2019 Edition 2019.1.0). URL: <http://www.eurosvita.net/index.php/?category=1&id=5931>.



Про затвердження Порядку оцінки розвитку діяльності наукової установи : Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 3 квітня 2012 р. № 399. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0629-12>.

Про затвердження Порядку проведення державної атестації наукових установ : Постанова Кабінету Міністрів України від 19 липня 2017 р. № 540. Редакція від 24 квітня 2018 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/540-2017-п>.

Ржевська А. В. Рейтинги університетів як явище сучасного простору вищої освіти. Науковий вісник Донбасу. 2011. № 3. 9 с. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvd_2011_3_19.

Руденко С. В., Сапєнко Р., Базалук О. А., Титаренко В. А. Особенности управления международными образовательными проектами между университетами Польши и Украины. Научный Вестник Национального горного института. 2018. № 2. С. 142–147.

Смірнова В. А. Вебометричний рейтинг як інструмент оцінювання якості та відкритості сучасного університету. URL: https://fitu.kubg.edu.ua/images/stories/Departments/kitmd/Internet_conf_17.05.18/s1/1_Smirnova.pdf.

Старушенко Г. А., Базилевський С. В. Аналіз міжнародного рейтингу вузів України за узагальненою вебометричною моделлю в контексті євроінтеграційних процесів у сфері освіти. Зб. наук. пр. Донец. держ. ун-ту упр. 2018. Т. 19, Вип. 305: Сучасні проблеми державного управління в умовах системних змін. С. 49–63. (Сер. «Державне управління»).

Тютюнник А. В., Грицеляк Б. І. Основні критерії і показники вебометричного рейтингу університетів світу. Інформаційні технології і засоби навчання. 2013. Т. 38, № 6. С. 234–244.

Хижняк О. В. Рейтинги як репрезентація якості індивідуального і колективного в освітніх практиках. Вісн. Харків. нац. ун-ту ім. В. Н. Каразіна. Сер. «Соціологічні дослідження сучасного суспільства: методологія, теорія, методи». 2017. Вип. 38. С. 132–139.

Цурін О. П., Іванченко Р. М. Автоматизовані засоби підняття Webometrics рейтингу Web-сайтів наукових установ. Системний аналіз та інформаційні технології: 11-а Міжнародна науково-технічна конф. «САІТ–2009», 26–30 травня 2009 р., Київ : матеріали конф. Київ : НТУУ «КПІ», 2009. С. 446.

Цурін О. П., Цуріна Н. О. Webometrics рейтинг університетів світу та шляхи підвищення їх рейтингу. Інформатика, обчислювальна техніка та кібернетика: Вісник Університету «Україна». Київ : Університет «Україна», 2010. № 8. С. 141–144.

About Academic Ranking of World Universities. URL: <http://www.shanghairanking.com/aboutarwu.html>.

Almind T. C., Ingwersen P. Informetric Analyses on the World Wide Web: Methodological Approaches to “Webometrics”. Journal of Documentation. 1997. Vol. 53 No. 4. P. 404–426.

Björneborn L., Ingwersen P. Toward a basic framework for webometrics. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2004. Vol. 55, Is. 14. P. 1216–1227.

Cybermetrics Lab. URL: <http://cchs.csic.es/es/research-lab/laboratorio-cibermetria>.

Hazelkorn E. Rankings and the Reshaping of Higher Education: The Battle for World-Class Excellence. 2nd ed. London : Palgrave Macmillan, 2015. 304 p.

Ingwersen P. Webometrics – Ten Years of Expansion. URL: <http://eprints.rclis.org/7554/1/ingwersen.pdf>.

Johnson R. A., Wichern D. W. Applied Multivariate Statistical Analysis. 6th ed. Pearson Prentice Hall, New Jersey, 2007. 773 p.

Kunosić S., Čeke D., Zerem E. Advantages and Disadvantages of the Webometrics Ranking System. URL: <https://www.intechopen.com/books/scientometrics-recent-advances/advantages-and-disadvantages-of-the-webometrics-ranking-system>.

Kvitka S., Starushenko G., Koval V., Deforz H., Prokopenko O. Marketing of Ukrainian higher educational institutions representation based on modeling of Webometrics Ranking. Marketing and Management of Innovations. 2019. Is. 3. P. 60–72.

Morze N., Buinytska O. Open E-environment – The Key Instrument of the Education Quality. International Journal of Research in E-learning. 2015. Vol. 1 (1). P. 27–46.

QS World University & Business School Rankings. URL: <https://www.qs.com/rankings/>.

Ranking Web of Universities. About Us (January 2020 Edition 2020.1.3). URL: http://www.webometrics.info/en/About_Us.

Ranking Web of Universities. Europe (January 2020 Edition 2020.1.3). URL: http://www.webometrics.info/en/Ranking_Europe?page=4.

Ranking Web of Universities. Methodology (January 2020 Edition 2020.1.3). URL: <http://www.webometrics.info/en/Methodology>.

Ranking Web of Universities. New edition (January 2020 Edition 2020.1.3). URL: https://www.webometrics.info/en/current_edition.

Ranking Web of Universities. Ukraine (January 2020 Edition 2020.1.3). URL: <http://webometrics.info/en/Europe/Ukraine>.

Ranking Web of Universities. World (January 2020 Edition 2020.1.3). URL: <http://www.webometrics.info/en/world>.

Rauhvargers A. Global university rankings and their impact. Report II. Brussels: European University Association asbl, 2013. 88 p.

Salmi J., Saroyan A. League Tables as Policy Instruments: Uses and Misuses / Higher Education Management and Policy. 2007. Vol. 19, No. 2. P. 31–68.

Sheil T. Moving beyond University Rankings: Developing a World Class University System in Australia. Australian Universities' Review. 2010. Vol. 52, No. 1. P. 69–76.

Spanish National Research Council. URL: <https://rio.jrc.ec.europa.eu/en/organisations/spanish-national-research-council-csic>.

Times Higher Education. URL: <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings>.



Torres-Salinas D., Robinson-García N., Jiménez-Contreras E., Herrera F., López-Cózar E. D. On the use of Biplot analysis for multivariate bibliometric and scientific indicators. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 2013. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/asi.22837>.

Webometrics Ranking of World Universities: January 2019. URL: https://hedclub.com/ru/library/webometrics_ranking_of_world_universities_january_2019.

Yusiuk O., Maslova Y., Zukow W. Rating positioning as part of Polish and Ukrainian Universities comparative aspect. *Journal of Education, Health and Sport*. 2018. Vol. 8, No. 5. P. 149–159.

REFERENCES

About Academic Ranking of World Universities. Retrieved from <http://www.shanghairanking.com/aboutarwu.html>.

Almind, T. C., & Ingwersen, P. (1997). Informetric Analyses on the World Wide Web: Methodological Approaches to "Webometrics". *Journal of Documentation*, 53 (4), 404–426.27.

Bardas, A. V. (2012). Shliakhy pidvyshchennia pozytsii vitchyznianskykh vyshchykh navchalnykh zakladiv u mizhnarodnykh reitynhakh [Ways to increase the position of domestic higher education institutions in international rankings]. Scientific and Methodological Conference: *Upravlinnia yakistiu pidhotovky kadriv z vyshchoiu osvitoiu cherez udoskonalennia protsedur litsenzuvannia, akredytatsii ta reitynhuvannia – Quality management of personnel training with higher education through the improvement of licensing, accreditation and rating procedures*. (pp. 109–113) [in Ukrainian].

Björneborn, L., & Ingwersen, P. (2004). Toward a basic framework for webometrics. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 55 (14), 1216–1227.

Buinytska, O. P., Stepura, I. S., & Smirnova, V. A. (2016). Vebometrychnyi reitynh yak instrument otsiniuvannia yakosti vidkrytoho osvitnoho e-seredovyshcha universytetu [Webometric rating as a tool for assessing the quality of open educational e-environment of the university]. *Vidkryte osvittie e-seredovyshche suchasnoho universytetu – Open educational e-environment of a modern university*, 2, 107–119 [in Ukrainian].

Cybermetrics Lab. Retrieved from <http://cchs.csic.es/es/research-lab/laboratorio-cibermetria>.

Dreshpak, V. M., & Starushenko, H. A. (2017). Mizhnarodni reitynhy universytetiv yak instrument otsiniuvannia derzhavnoi polityky u sferi vyshchoi osvity [International rankings of universities as a tool for assessing public policy in higher education]. *Public administration aspects*, 5 (7), 27–35 [in Ukrainian].

Dubynskiy, A. H. (2012). Mezhdunarodnyi reitynh vuzov Webometrics: kak uvelychyt znachenye faktora prevoskhodstva [International ranking of universities Webometrics: how to increase the value of the factor of excellence]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy – Scientific Bulletin of NLTU of Ukrain*, 22.15, 377–384 [in Russian].

Hazelkorn, E. (2015). *Rankings and the Reshaping of Higher Education: The Battle for World-Class Excellence*. 2nd ed. London: Palgrave Macmillan.

Horbulin, V. P., Polumiienko, S. K., & Trofymchuk, O. M. (2019). Metody otsinky ta formuvannia stratehii rozvytku natsionalnykh naukovykh doslidzhen i rozrobok [Methods of evaluation and formation of strategy for the development of national research and development]. *Matematychni modeliuvannia v ekonomitsi – Mathematical modeling in economics*, 2, 5–20 [in Ukrainian].

Ingwersen, P. (2006). *Webometrics – Ten Years of Expansion*. Retrieved from <http://eprints.rclis.org/7554/1/ingwersen.pdf>.

Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 6th ed. Pearson Prentice Hall, New Jersey.

Kaidalova, A. V., & Posylkina O. V. (2015). Teoretyko-metodolohichni pidkhody do otsiniuvannia yakosti vyshchoi osvity v konteksti svitovykh reitynhiv vyshchykh navchalnykh zakladiv [Theoretical and methodological approaches to assessing the quality of higher education in the context of world rankings of higher education institutions]. *Farmatsevtichnyi chasopys – Pharmaceutical Journal*, 4, 75–81 [in Ukrainian].

Khyzhniak, O. V. (2017). Reitynhy yak reprezentatsiia yakosti individualnoho i kolektyvnoho v osvitnikh praktykakh [Ratings as a representation of the quality of individual and collective in educational practices]. *Visn. Kharkiv. nats. un-tu im. V. N. Karazina. Ser. «Sotsiologichni doslidzhenia suchasnoho suspilstva: metodolohiia, teoriia, metody» – Visnyk V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Sociological studies of contemporary society: methodology, theory, methods"*, 38, 132–139 [in Ukrainian].

Kochetkova, O. P., Vavilina, N. I., & Charkina, O. O. (2016). Naukovo-osvitianska diialnist VNZ za mizhnarodnymy pokaznykamy [Scientific and educational activities of universities according to international indicators]. *NTI*, 2, 34–43 [in Ukrainian].

Krush, P. V., Zaborovets, O. P., & Zaborovets, M. O. (2010). Analiz teoretyko-metodolohichnykh pidkhodiv do otsinky efektyvnosti ta rezultatyvnosti innovatsiinoi diialnosti naukovykh ustanov Ukrainy [Analysis of theoretical and methodological approaches to assessing the effectiveness and efficiency of innovation activities of scientific institutions of Ukraine]. *Suchasni problemy ekonomiky i pidpriemnytstvo – Modern problems of economics and entrepreneurship*, 5 (part I), 65–71 [in Ukrainian].

Kunosić, S., Ćeke, D., & Zerem, E. *Advantages and Disadvantages of the Webometrics Ranking System*. Retrieved from <https://www.intechopen.com/books/scientometrics-recent-advances/advantages-and-disadvantages-of-the-webometrics-ranking-system>.

Kurbatov, S. (2015). Teoretyko-metodolohichni perspektyvy rozrobky mizhnarodnykh universytetskykh reitynhiv



[Theoretical and methodological prospects for the development of international university rankings]. *Vyshcha osvita Ukrainy – Higher education in Ukraine*, 1, 34–39 [in Ukrainian].

Kvitka, S., Starushenko, G., Koval, V., Deforz, H., & Prokopenko, O. (2019). Marketing of Ukrainian higher educational institutions representation based on modeling of Webometrics Ranking. *Marketing and Management of Innovations*, 3, 60–72.

Kvitka, S., Starushenko, H., & Andrianov, I. (2020). Naukometrychni metody analizu efektyvnosti naukovykh doslidzhen za danymy Web of Science [Scientometric methods of analysis of the effectiveness of scientific research according to Web of Science]. *Public administration aspects*, 8(1 SI), 60–67. <https://doi.org/10.15421/152042>

Morze, N., & Buinytska, O. (2015). Open E-environment – The Key Instrument of the Education Quality. *International Journal of Research in E-learning*, 1 (1), 27–46.

Mykhailichenko, M. V. (2011). Reitynhuvannia yak mekhanizm otsiniuvannia yakosti osvitych posluh [Rating as a mechanism for assessing the quality of educational services]. *Naukovyi chasopys NPU im. M. P. Drahomanova . Ser. 5: «Pedagogichni nauky: realii ta perspektyvy» – Scientific journal of NPU named after MP Dragomanova. Ser. 5: "Pedagogical sciences: realities and prospects"*, 27, 180–184 [in Ukrainian].

On approval of the Procedure for state certification of scientific institutions. No. 540. (2017, July 19). Edition of April 24, 2018. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/540-2017-n> [in Ukrainian].

On approval of the Procedure for evaluating the development of the scientific institution. No. 399. (2012, April 3). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0629-12> [in Ukrainian].

Opublikovano novyi reitynh Webometrics (January 2019 Edition 2019.1.0) [A new Webometrics rating has been published (January 2019 Edition 2019.1.0)]. Retrieved from <http://www.eurosvita.net/index.php/?category=1&id=5931> [in Ukrainian].

QS World University & Business School Rankings. Retrieved from <https://www.qs.com/rankings/>.

Ranking Web of Universities. About Us (January 2020 Edition 2020.1.3). Retrieved from http://www.webometrics.info/en/About_Us.

Ranking Web of Universities. Europe (January 2020 Edition 2020.1.3). Retrieved from http://www.webometrics.info/en/Ranking_Europe?page=4.

Ranking Web of Universities. Methodology (January 2020 Edition 2020.1.3). Retrieved from <http://www.webometrics.info/en/Methodology>.

Ranking Web of Universities. New edition (January 2020 Edition 2020.1.3). Retrieved from https://www.webometrics.info/en/current_edition.

Ranking Web of Universities. Ukraine (January 2020 Edition 2020.1.3). Retrieved from <http://webometrics.info/en/Europe/Ukraine>.

Ranking Web of Universities. World (January 2020 Edition 2020.1.3). Retrieved from <http://www.webometrics.info/en/world>.

Rauhvargers, A. (2013). *Global university rankings and their impact*. Report II. Brussels: European University Association asbl.

Rudenko, S. V., Sapenko, R., Bazaluk, O. A., & Tytarenko, V. A. (2018). Osobennosti upravleniya mezhdunarodnymy obrazovatelnyy proektamy mezhdun unyversytetamy Polshy y Ukrayny [Features of management of international educational projects between universities of Poland and Ukraine]. *Nauchnyi Vestnyk Natsyonalnoho hornoho ynstytuta – Scientific Bulletin of the National Mining Institute*, 2, 142–147 [in Russian] [in Ukrainian].

Rzhevska, A. V. (2011). Reitynhy unyversytetiv yak yavysheche suchasnoho prostoru vyshchoi osvity [University ratings as a phenomenon of the modern space of higher education]. *Naukovyi visnyk Donbasu – Scientific Bulletin of Donbass*, 3, 9. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvd_2011_3_19 [in Ukrainian].

Salmi, J., & Saroyan, A. (2007). League Tables as Policy Instruments: Uses and Misuses. *Higher Education Management and Policy*, 19 (2), 31–68.

Sheil, T. (2010). Moving beyond University Rankings: Developing a World Class University System in Australia. *Australian Universities' Review*, 1, 69–76.

Smirnova, V. A. *Vebometrychni reitynh yak instrument otsiniuvannia yakosti ta vidkrytosti suchasnoho unyversytetu [Webometric rating as a tool for assessing the quality and openness of a modern university]*. Retrieved from https://fitu.kubg.edu.ua/images/stories/Departments/kitmd/Internet_conf_17.05.18/s1/1_Smirnova.pdf [in Ukrainian].

Some issues of state certification of scientific institutions. No. 1008. (2018, September 17). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1504-18> [in Ukrainian].

Spanish National Research Council. Retrieved from <https://rio.jrc.ec.europa.eu/en/organisations/spanish-national-research-council-csic>.

Starushenko, H. A., & Bazylevskiy, S. V. (2018). Analiz mizhnarodnoho reitynhu vuziv Ukrainy za uzahalnoiu vebometrychnoiu modelliu v konteksti yevrointehratsiinykh protsesiv u sferi osvity [Analysis of the international ranking of Ukrainian universities on a generalized webometric model in the context of European integration processes in education]. *Zb. nauk. pr. Donets. derzh. un-tu upr – Collection of scientific works of Donetsk State University of Management*, 19 (305), 49–63 [in Ukrainian].

Times Higher Education. Retrieved from <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings>.

Tiutiunyk, A. V., & Hrytseliak, B. I. (2013). Osnovni kryterii i pokaznyky vebometrychnoho reitynhu unyversytetiv svitu [Basic criteria and indicators of webometric ranking of universities around the world]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia – Information technologies and teaching aids*, 38 (6), 234–244 [in Ukrainian].



Torres-Salinas, D., Robinson-García, N., Jiménez-Contreras, E., Herrera, F., & López-Cózar, E. D. (2013). On the use of Biplot analysis for multivariate bibliometric and scientific indicators. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2013. Retrieved from – <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/asi.22837>.

Tsurin, O. P., & Ivanchenko, R. M. (2009). Avtomatyzovani zasoby pidniattia Webometrics reitynhu Web-saitiv naukovykh ustanov [Automated means of raising Webometrics rating of Web-sites of scientific institutions]. *Proceedings of 11th International Scientific and Technical Conference: Systemnyi analiz ta informatsiini tekhnolohii: 11-a Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konf. «SAIT-2009» – System analysis and information technology "SAIT-2009"*. (p. 446). Kyiv: NTUU «KPI» [in Ukrainian].

Tsurin, O. P., & Tsurina, N. O. (2010). Webometrics reitynh universytetiv svitu ta shliakhy pidvyshchennia yikh reitynhu [Webometrics ranking of world universities and ways to increase their ranking]. *Informatyka, obchysliuvanna ta kibernetika: Visnyk Universytetu «Ukraina» – Informatics, Computing and Cybernetics: Bulletin of the University "Ukraine"*. Kyiv: University "Ukraine", 8, 141–144 [in Ukrainian].

Valenkevych, L. P., & Finkilshtein, O. V. (2013). Analiz suchasnykh reitynhiv vyshchykh navchalnykh zakladiv yak instrumentu otsinky yakosti vyshchoi osvity [Analysis of modern ratings of higher educational institutions as a tool for assessing the quality of higher education]. *Teoriia ta praktyka derzhavnoho upravlinnia – Theory and practice of public administration*, 3 (42), 1–8 [in Ukrainian].

Webometrics Ranking of World Universities: January 2019. Retrieved from https://hedclub.com/ru/library/webometrics_ranking_of_world_universities_january_2019.

Yerina, A. M. (2001). *Statystychni modeliuvannia ta prohnozuvannia [Statistical modeling and forecasting]*. Kyiv: KNEU [in Ukrainian].

Yusiuk, O., Maslova, Y., & Zukow, W. (2018). Rating positioning as part of Polish and Ukrainian Universities comparative aspect. *Journal of Education, Health and Sport*, 8 (5), 149–159.

Kvitka Sergiy

Dr. Sc., Full Prof., <https://orcid.org/0000-0003-3786-9589>, skvitka14790@gmail.com

Starushenko Halyna

Ph.D., Assoc. Prof., <https://orcid.org/0000-0003-4331-4723>, gs.gala.star@gmail.com

Стаття надійшла / Article arrived: 06.01.2021

Схвалено до друку / Accepted: 18.02.2021