

СОЦІАЛЬНІ КОМУНІКАЦІЇ. ІНФОРМОЛОГІЯ

УДК 316.77:303.02+519.23/24

DOI 10.32461/2409-9805.1.2021.229853

Цитування:

Копанєва В. О., Костенко Л. Й., Симоненко Т. В. Розвиток математичних засад соціальних комунікацій. *Бібліотекознавство. Документознавство. Інформологія*. 2021. № 1. С. 42–49.

Kopaneva V., Kostenko L., Symonenko T. (2021). Development of mathematical fundamentals of social communications. *Library science. Record Studies. Informology*. 1, 42–49 [in Ukrainian].

Копанєва Вікторія Олександрівна,

кандидат історичних наук,

директор Наукової бібліотеки

Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв

vkoraneva@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0001-9838-4855>**Костенко Леонід Йосипович,**

кандидат технічних наук,

старший науковий співробітник,

старший науковий співробітник відділу бібліометрії і наукометрії

Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського

kostenko@nbuv.gov.ua

<https://orcid.org/0000-0001-7629-1228>**Симоненко Тетяна Василівна,**

кандидат наук із соціальних комунікацій,

завідувач відділу бібліометрії і наукометрії

Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського

tsimonenko@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4188-8280>**РОЗВИТОК МАТЕМАТИЧНИХ ЗАСАД
СОЦІАЛЬНИХ КОМУНІКАЦІЙ**

Мета роботи. Узагальнення закономірностей явищ та процесів соціальних комунікацій і розробка на цій основі їх єдиної математичної моделі. **Методологічним базисом** дослідження обрано системний, інфометричний і синергетичний підходи до розвитку математичних засад соціальних комунікацій. Перший з них (системний) спрямований на узагальнення емпіричних закономірностей масштабування в бібліотечній справі, лінгвістиці та наукознавстві. Другий (інфометричний) орієнтований на одержання аналітичного опису кількісних відношень між суб'єктами та об'єктами соціальних комунікацій, третій (синергетичний) – на створення їх єдиної математичної моделі. **Наукова новизна** роботи полягає у розвитку уявлень про масштабну інваріантність явищ і процесів соціальних комунікацій, які апроксимуються емпіричними закономірностями Бредфорда, Лотки та Ципфа. Здійснено комплексний аналіз цих закономірностей і констатовано, що вони відрізняються тільки сферами використання і слід ставити питання про встановлення єдиної математичної моделі цих закономірностей. Обґрунтовано необхідність використання стійких законів розподілу теорії ймовірностей для аналітичного опису феномену масштабування та самоорганізації процесів соціальних комунікацій. Встановлено, що розглянуті процеси описуються стійким законом розподілу з характеристичним коефіцієнтом, рівним константі золотого перетину. **Висновки.** Закономірність концентрації та розсіювання інформації Бредфорда, лінгвостатистична закономірність Ципфа і

закономірність розподілу вчених за публікаційною активністю Лотки є виявом латентних відношень між суб'єктами й об'єктами соціальних комунікацій (авторами, публікаціями, термінами тощо). Здійснене в роботі з'ясування цих прихованих відношень і визначення математичного апарату для їх точного опису й аналізу забезпечить розвиток наукової бази соціальних комунікацій і перехід від апроксимаційного до аналітичних досліджень у цій сфері.

Ключові слова: соціальні комунікації, математичні моделі, масштабна інваріантність, теорія ймовірностей, стійкі розподіли, самоорганізація.

Koraneva Victoria,
Ph.D. in Historical Sciences,
Director of the Scientific Library,
National Academy of Management of Culture and Arts

Kostenko Leonid,
Ph.D. in Technical Sciences,
Senior Research Fellow,
senior researcher of the Department of Bibliometrics and Scientometrics,
National Library of Ukraine named after V.I. Vernadsky

Symonenko Tetyana,
Ph.D. in Social Communications,
Head of the Department of Bibliometrics and Scientometrics,
National Library of Ukraine named after V.I. Vernadsky

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL FUNDAMENTALS OF SOCIAL COMMUNICATIONS

The purpose of the article is to generalize the patterns of phenomena and processes of social communications and to develop on this basis their unified mathematical model. The methodology is a systematic, infometric, and synergetic approaches to the development of mathematical principles of social communication. The first one (systematic) is to generalize the empirical patterns of scaling in librarianship, linguistics, and science. The second one (infometric) is to obtain an analytical description of the quantitative relationship between the subjects and objects of social communications, the third one (synergetic) is to create their unified mathematical model. The scientific novelty of the work lies in the development of ideas about the large-scale invariance of phenomena and processes of social communications, which are approximated by the empirical laws of Bradford, Lotka, and Zipf. A comprehensive analysis of these patterns was performed, and it was stated that they differ only in areas of use, and we should raise the question of establishing a unified mathematical model of these patterns. The necessity of using stable laws of distribution of probability theory for the analytical description of the phenomenon of scaling and self-organization of social communication processes was substantiated. It was found that the considered processes are described by a stable distribution law with a characteristic coefficient equal to the constant of the golden section. Conclusions. Bradford's law of concentration and scattering of information, Zipf's linguistic-statistical law, and Lotka's law of distribution of scientists by publishing activity are manifestations of latent relations between subjects and objects of social communication (authors, publications, terminology, etc.). Clarifying these hidden relationships and defining the mathematical apparatus for their accurate description and analysis, as was done in the study, will ensure the development of the scientific base of social communications and the transition from approximation to analytical research in this area.

Key words: social communications, mathematical models, scale invariance, probability theory, stable distributions, self-organization.

Актуальність теми дослідження. Появу терміну «соціальні комунікації» пов'язують із Другим Ватиканським Собором 1963 р., у документах якого під цим словосполученням розглядаються нові засоби реалізації місії церкви в епоху інформаційних технологій [1]. Хоча феномен соціальних комунікацій набув поширення в другій половині ХХ ст., його витоком слід вважати лінгво-філософські та бібліопсихологічні дослідження О. О. Потебні [2], М. О. Рубакіна [3] та ін., які здійснювались ще в ХІХ ст.

Серед сучасних наукових трактувань соціальних комунікації варто виокремити концепції В. Ільганаєвої, Г. Почепцова, В. Різуна, А. Соколова, О. Холода. Так, В. Ільганаєва розглядає соціальні комунікації як систему комунікаційної діяльності в суспільстві [4], Г. Почепцов акцентує увагу на процеси трансформації вербальної сфери в невербальну та навпаки [5]. В. Різун наголошує на підтримці контактів між членами певної соціальної групи чи суспільства в цілому [6], А. Соколов визначає соціальні комунікації як рух символів у соціальному часі та просторі [7], а О. Холод – як комплекс організованих дій, спрямованих на обмін соціально детермінованою інформацією [8].

Підходи цих вчених до визначення об'єкта, предмета та методів дослідження соціальних комунікацій мають певні розбіжності. Водночас однаковими є їх погляди щодо багатоаспектності цієї галузі науки та широти проблематики, що потребує розгляду та аналізу в її межах. Однією з нагальних проблем є розвиток математичних засад соціальних комунікацій, зокрема розробка єдиної моделі сімейства емпіричних закономірностей інформаційних явищ і процесів у соціокомунікаційних структурах. Вирішення цього завдання надасть нових імпульсів для розвитку теорії соціальних комунікацій і сприятиме підвищенню статусу та ролі цієї галузі знань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У першій половині ХХ ст. емпірично було виявлено ряд статистичних закономірностей, які описують явища та процеси самоорганізації в бібліотечній справі, наукознавстві та

лінгвістиці. Вони носять імена першовідкривачів – Бредфорда, Лотки та Ципфа. Ці закономірності є виявом об'єктивно існуючих, але теоретично не обґрунтованих кількісних відношень між суб'єктами та об'єктами соціальних комунікацій (вченими, публікаціями, термінами тощо). З'ясування цих прихованих відношень і визначення математичного апарату для їх точного опису й аналізу забезпечить розвиток наукової бази соціальних комунікацій і сприятиме набуттю емпіричними закономірностями статусу закону як частини такої наукової бази.

Лінгво-статистична закономірність Ципфа наближено описує розподіл частоти використання слів будь-якої мови [9]. Закономірність має наступне «гуманітарне» формулювання: якщо всі слова досить довгого тексту впорядкувати за зменшенням частоти їх вживання, то частота використання конкретного слова в такому списку буде обернено пропорційна його порядковому номеру. Наприклад, друге за вживаності слово зустрічається приблизно в два рази рідше, ніж перше, третє – в три рази рідше і так далі. Закономірність Ципфа підтверджена для всіх мов, наукових і художніх текстів, ресурсів мережі інтернет тощо. Слід уточнити, що ця закономірність первісно була виявлена в процесі розробки раціональної системи стенографії. У ній повинна бути кореляція між частотою використання слова і відповідним йому стенографічним знаком: цей знак повинен бути простішим для більш уживаного слова. Мистецтво стенографії зародилось ще в Єгипті за часів фараонів, потім перейшло до греків та римлян і в ХVІІІ ст. набуло поширення в країнах Європи. З точки зору сучасної теорії інформації стенографія – це своєрідна спроба вирішити задачу оптимального кодування з урахуванням пропускної здатності каналу передачі даних. Нижче на рис. 1 наведено запозичену з Вікіпедії графічну ілюстрацію закономірності Ципфа. На горизонтальній осі наведено ранг слова (номер у впорядкованому за вживаністю списку), а на вертикальній – частота використання слова.

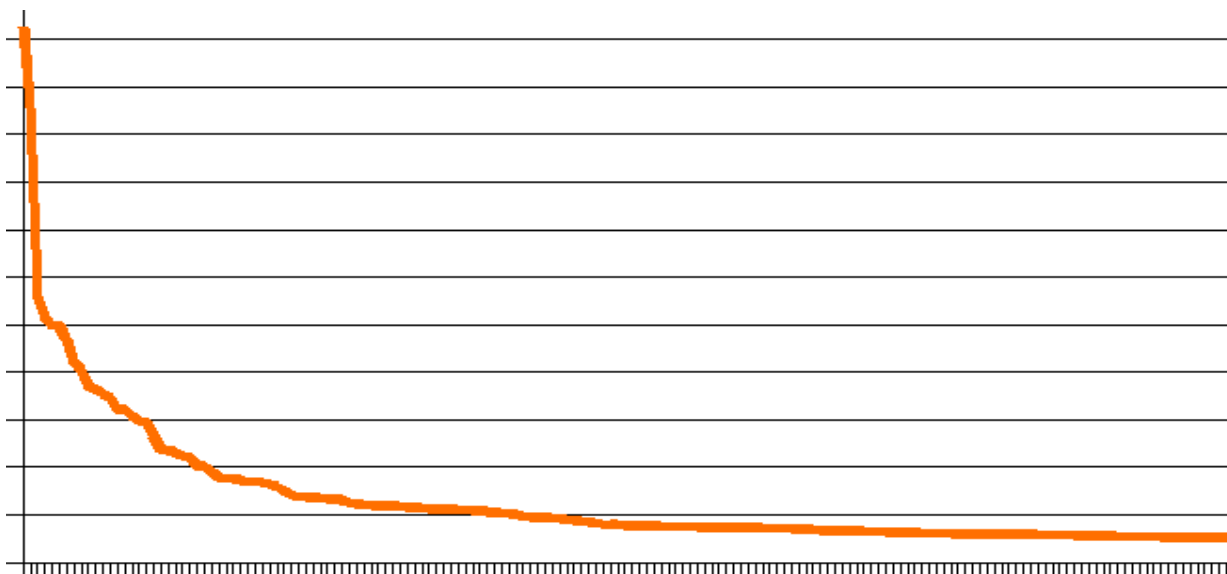


Рис. 1. Ілюстрація закономірності Ципфа – залежності між рангом слова і частотою його використання

У наукознавстві аналогом лінгво-статистичної закономірності Ципфа є розподіл науковців за публікаційною активністю, що отримав назву закономірності Лотки [10]. У спрощеному вигляді цей розподіл формулюється наступним чином: у будь-якій науковій спільноті кількість вчених, які мають X статей, обернено пропорційна квадрату X . Графік,

що ілюструє цей розподіл, наведено на рис. 2 (джерело інформації – <https://www.slideshare.net/CherryPasha/gauss-vs-pareto-rastyannikov-pavel>). На цьому графіку по горизонтальній осі – кількість науковців, кожний із яких підготував Y публікацій, по вертикальній – число цих публікацій.

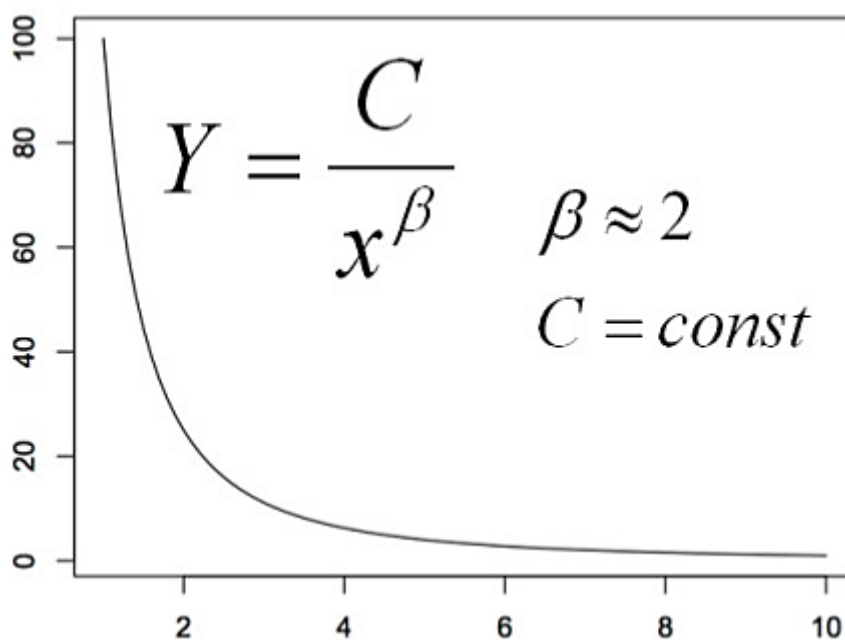


Рис. 2. Ілюстрація закономірності Лотки – розподіл науковців за публікаційною активністю

Закономірність Бредфорда, сформульована ним у 1934 р, характеризує розподіл статей з певної тематики в масиві періодичних видань [11]. Її первинне формулювання полягає в наступному. Якщо журнали розмістити в порядку зменшення в них кількості статей з обраної теми і отриманий список розділити на три зони з однаковою чисельністю статей по цій темі, то кількість журналів в кожній групі буде співвідноситися як $1 : n : n^2$, (степенева залежність).

Розглянуті закономірності проявляються в різних сферах наукових комунікацій (бібліотечній справі, інфометрії, лінгвістиці, наукометрії тощо). Вони відрізняються тільки сферами використання, тому слід ставити питання про єдиний тип таких закономірностей. Виявлення цього типу приділили значну увагу. Однак, відсутність єдиного методологічного підходу до вивчення всього спектру розглянутих закономірностей не сприяла розробці їх єдиної математичної моделі.

Метою дослідження є узагальнення закономірностей явищ і процесів у різних сферах соціальних комунікацій і розробка їх єдиної математичної моделі.

У проведеному вище огляді розглядається широкий спектр явищ і процесів соціальних комунікацій і основні форми їх математичного опису. Неодноразово висловлювалося припущення, що, незважаючи на відмінності в їх зовнішньому вигляді, ці закономірності є варіантами однієї форми опису. Той факт, що єдина математична модель може описувати широкий спектр явищ, часто позаінформаційної сфери, викликає подив. У роботах А. Букштейн [12, 13] йдеться про те, що пояснення цього феномену слід шукати, виходячи не з моделей конкретної предметної галузі, а ґрунтуючись на властивостях єдиної закономірності. Ним також зазначена необхідність визначення набору властивостей, якими повинні володіти предметні галузі для виявлення такої закономірності, яку в цьому випадку можна назвати законом.

Подальшим розвитком концептуальних положень А. Букштейна можна вважати публікації [14, 15], де в якості такої властивості розглядається феномен масштабної інваріант-

ності інформаційних явищ і процесів у системі наукових комунікацій. У цих публікаціях зроблена перша спроба обґрунтувати необхідність і достатність цієї властивості для опису єдиної аналітичної залежності всіх розглянутих закономірностей у системі наукових комунікацій.

Ідея, покладена в основу нашого дослідження, полягає в наступному: статистичні закономірності Бредфорда, Лотки, Ціпфа є виявом об'єктивно існуючих, але теоретично не обґрунтованих кількісних відношень між суб'єктами й об'єктами соціальних комунікацій (вченими, публікаціями, термінами тощо). Як один із прикладів прояви такого латентного відношення наведемо розподіл українських вчених, які представлені в інформаційно-аналітичній системі «Бібліометрика української науки» [16].

Подальший розвиток теоретичної бази соціальних комунікацій вимагає застосування математичного апарату для точного опису сімейства згаданих вище закономірностей Бредфорда, Лотки і Ціпфа. При визначенні цього апарату будемо виходити з того, що цим закономірностям властива масштабна інваріантність (самоподібність) інформаційних процесів і явищ, тобто властивість зберігати форму рівнянь при довільних змінах масштабів (часових, просторових тощо). Спочатку концепція масштабної інваріантності розроблялася в рамках фізичних теорій [17]. Вона мала на увазі властивість незмінності рівнянь, що описують певну теорію, при зміні всіх відстаней і проміжків часу в однаково число раз. Такі зміни утворюють групу масштабних перетворень (так званих перетвореннями подібності).

Стосовно сфери соціальних комунікацій питання масштабної інваріантності порушено в статтях українських вчених [14, 15], де констатовано, що самоподібність інформаційних потоків і процесів проявляється при будь-яких їх кількісних змінах. Закономірність Ціпфа дотримується і для «тонких», і для «товстих» книг; закономірність Бредфорда має місце для довільної кількості періодичних видань; закономірність Лотки не залежить від обсягів вибірки вчених, сфер їх діяльності та географічного місця роботи.

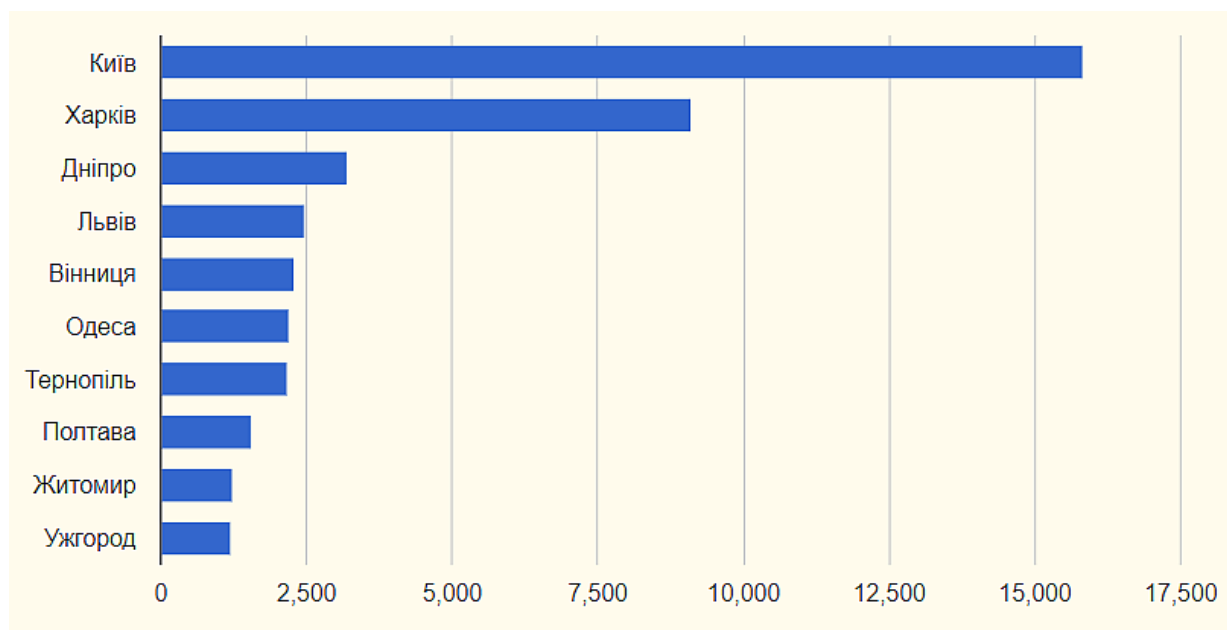


Рис. 3. Розподіл за містами українських вчених, публікації яких представлено в системі «Бібліометрика української науки»: по горизонталі – кількість вчених, по вертикалі – міста

Математичний опис масштабно інваріантних закономірностей вимагає застосування стійких законів розподілу теорії ймовірностей. У математичному сенсі стійкість закону розподілу – властивість зберігати його тип для будь-якої суми випадкових величин, що мають цей розподіл [18]. Математична абстракція «випадкова величина» в соціальних комунікаціях набуває чітку конкретику. Для закономірності Бредфорда – це кількість статей з певної теми в журналі, для закономірності Лотки – число публікацій конкретного вченого, для закономірності Ципфа – частота використання слова в досить довгому тексті. Таке трактування згаданих випадкових величин дозволяє зробити наступний висновок: закономірності Бредфорда, Лотки і Ципфа, якими наближено описуються інформаційні явища і процеси в різних сферах соціальних комунікацій, слід розглядати як вияв стійкого закону розподілу ймовірностей.

З теорії ймовірностей відомо, що стійкі закони розподілу в загальному випадку не описуються елементарними функціями. Тому численні спроби отримати точну модель досліджуваних закономірностей на основі степневих або гіперболічних функцій не могли

мати успіху [18]. Дослідження стійких законів розподілу здійснюється з використанням їх характеристичних функцій. Ключовим параметром цих функцій є показник стійкості. Один із підходів до визначення його кількісного значення для розглянутих закономірностей наведено в статті «Золотая пропорция как инвариант структуры текста» [19] на прикладі аналізу закономірності Ципфа. Авторами цієї роботи встановлено, що оптимальна апроксимація цієї закономірності досягається при значенні згаданого характеристичного показника, який дорівнює константі золотого перетину. Ця константа є ірраціональним числом, величина якого становить приблизно 0,618. Аналогічний результат отримано і В. Горьковою [20], де наведені результати аналізу документальних інформаційних потоків і сформульований принцип кратних відношень, суть якого полягає в сталості відношень частин інформаційного простору.

Вияв масштабної інваріантності в соціальних комунікаціях не є унікальним феноменом. Він присутній у біології (розподіл біорізноманіття організмів на певній території), географії (розподіл населених пунктів за кількістю жителів), економіці (розподіл мате-

ріальних благ в суспільстві), архітектурі (геометричні пропорції споруд) тощо [21].

У цілому явища масштабної інваріантності – свідчення їх належності до єдиного континууму і загального взаємозв'язку та взаємозалежності між процесами в природі і суспільстві. Масштабна інваріантність розглядається однією з симетрій, які формують наш Всесвіт і впливають на його розвиток. Тому закономірності соціальних комунікацій – це локальний вияв більш загального закону, який поширюється на широке коло явищ природно-наукового і соціального характеру.

Висновки. Розвиток уявлень про масштабну інваріантність явищ і процесів соціальних комунікацій дозволив узагальнити ста-

тистичні закономірності Бредфорда, Лотки та Ципфа і представити їх у вигляді одного закону – стійкого закону розподілу теорії ймовірностей з характеристичним показником, рівним константі золотого перетину. Це дозволяє перейти від апроксимаційних моделей соціальних комунікацій до їх аналітичного опису.

У теоретичному плані подальший розвиток цього дослідження доцільно спрямувати на пошук оптимальної апроксимації вищезгаданого стійкого закону. У прикладному аспекті слід забезпечити практичне використання узагальненої математичної моделі закономірностей соціальних комунікацій шляхом створення спеціалізованої комп'ютерної програми та/або табличних форм відображення цих закономірностей.

Список використаних джерел

1. Decree on the Media of social communications inter mirificasolemnly promulgated by his holiness pope Paul vi on december 4, 1963. chapter I.
2. Потебня А. А. Мысль и язык. Киев : СИНТО, 1993. 192 с.
3. Рубакин Н. А. Психология читателя и книги. М.: Книга, 1977. 263 с.
4. Ільганаєва В. О. Соціальна комунікація як об'єкт теоретизації // Філософія людського спілкування: філософія, психологія, соціальна комунікація. 2009. № 1. С. 60–67.
5. Почепцов Г. Г. Соціальні комунікації і нові комунікативні технології // Комунікація. 2010. № 1. С. 19–26.
6. Різун В. В. Начерки до методології досліджень соціальних комунікацій // Психолінгвістика. 2012. Вип. 10. С. 305–314.
7. Соколов А. В. Общая теория социальной коммуникации: учеб. пособ. СПб. : Изд-во Михайлова В. А., 2002. 461 с.
8. Холод О. М. Соціальні комунікації: соціо- і психолінгвістичний аналіз : [навч. посіб.]. Вид. 2-ге, допов. і переробл. Л. : ПАІС, 2011. 288 с.
9. Zipf G. Human Behavior and the Principle of Least Effort. Cambridge, Massachusetts : Addison-Wesley, 1949. 573 p.
10. Lotka A. The frequency distribution of scientific productivity // Journal of the Washington Academy of Sciences. 1926. 16(12). pp. 317–323.
11. Bradford S. Sources of Information on Specific Subjects // Engineering: An Illustrated Weekly Journal (London). 1934. 137. pp. 85–86.
12. Bookstein A. Informetric distributions, part I: Unified overview // Journal of the Association for Information Science and Technology. 1990. Vol. 41, Issue 5. pp. 368–375.
13. Bookstein A. Informetric distributions, part II: Resilience to ambiguity // Journal of the Association for Information Science and Technology. 1990. Vol. 41, Issue 5. pp. 376–386.
14. Костенко Л. Закономірності соціальних комунікацій // Вісник Книжкової палати. 2017. № 11. С. 12–15.
15. Kostenko L., Symonenko T. A study of self-organization of scientific communications: from statistical patterns to law // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. № 1/2 (103). С. 24–29.
16. Бібліометрика української науки: інформаційно-аналітична система. URL: <http://www.nbuviar.gov.ua/bpnu/>. (дата звернення: грудень 2020)
17. Физическая энциклопедия. Том 3. Магнитоплазменный – Пойнтинга теорема / А. М. Прохоров (гл. ред.) и др. М. : «Большая Российская энциклопедия», 1992. 672 с.
18. Справочник по теории вероятностей и математической статистике / В. С. Королук, Н. И. Портенко, В. А. Скороход, А. Ф. Турбин. М. : Наука, 1985. 640 с.

19. Ломакин Д. В., Панкратова А. З., Суркова А. С. Золотая пропорция как инвариант структуры текста // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. 2011. № 4 (1). С. 196–199.
20. Горькова В. И. Информетрия (количественные методы в научно-технической информации) // Итоги науки и техники. Сер. Информатика. Т. 10. М. : ВИНТИ, 1988. 328 с.
21. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы. Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. 528 с.

References

1. Decree on the Media of social communications inter mirificasolemnly promulgated by his holiness pope Paul vi on december. (1963). 4, chapter I.[In English].
2. Potebnia, A. A. (1993). Thought and language. Kyiv: SYNTO [in Russian].
3. Rubakyn, N. A. (1977). The psychology of the reader and the book. M. : Knyha [in Russian].
4. Ilhanaieva, V. O., (2009). Social communication as an object of theorizing. Filosofiia liudskoho spilkuvannia: filosofiia, psykhohiia, sotsialna komunikatsiia. 2009. № 1. С. 60–67 [in Ukrainian].
5. Pocheptsov, G. G. (2010). Social communications and new communication technologies. Komunikatsiia. 2010. № 1. 19–26 [in Ukrainian].
6. Rizun, V. V. (2012). Essays on the methodology of social communication research. Psykholinhvistyka. 2012. Вип. 10. 305-314 [in Ukrainian].
7. Sokolov A. V. (2002). General theory of social communication. SPb. : Yzd-vo Mykhailova V. A. [in Russian].
8. Kholod, O. M. (2011). Social communications: socio- and psycholinguistic analysis. L. : PAIS. [in Ukrainian].
9. Zipf, G. (1949). Human Behavior and the Principle of Least Effort. Cambridge, Massachusetts: Addison-Wesley [In English].
10. Lotka, A. (1926). The frequency distribution of scientific productivity. Journal of the Washington Academy of Sciences, 16(12), 317-323 [In English].
11. Bradford, S. (1934). Sources of Information on Specific Subjects. Engineering: An Illustrated Weekly Journal (London), 137, 85–86 [In English].
12. Bookstein, A. (1990). Informetric distributions, part I: Unified overview. Journal of the Association for Information Science and Technology, 41(5), 368-375 [In English].
13. Bookstein, A. (1990). Informetric distributions, part II: Resilience to ambiguity. Journal of the Association for Information Science and Technology, 41 (5), 376-386 [In English].
14. Kostenko, L. (2017). Regularities of social communications. Visnik Knizhkovoyi palaty, 11, 12-15 [in Ukrainian].
15. Kostenko L., Symonenko T. (2020). A study of self-organization of scientific communications: from statistical patterns to law. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1/2 (103), 24-29 [In English].
16. Bibliometrics of Ukrainian science: information-analytical system.. URL: <http://www.nbuviap.gov.ua/bpnu/> [in Ukrainian].
17. Prohorov, A. M. i dr. (1992). Physical encyclopedia. Volume 3. Magnetoplasmic - Poynting's theorem. Moskva, «Bolshaya Rossijskaya enciklopediya» [in Russian].
18. Korolyuk, V. S., Portenko, N. I., Skorohod, V. A., Turbin, A. F. (1985). Handbook of Probability Theory and Mathematical Statistics. M. : Nauka [in Russian].
19. Lomakin, D. V., Pankratova, A. Z., Surkova, A. S. (2011). Zolotaya proporciya kak invariant struktury teksta. Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobachevskogo, 4 (1), 196-199 [in Russian].
20. Gorkova, V. I. (1988). Informmetry (quantitative methods in scientific and technical information). Itogi nauki i tehniki. Ser. Informatika, M. : VINITI, 10 [in Russian].
21. Shreder, M. (2001). Fractals, chaos, power laws. Izhevsk : NIC «Regulyarnaya i haoticheskaya dinamika» [in Russian].

Стаття надійшла до редакції 10.02.2021
Отримано після доопрацювання 20.02.2021
Прийнято до друку 25.03.2021