



” Друшляк М., Лукашова Т., Підпригора А., Єлізаренко Д., Надточій О. Цифрові інструменти в підготовці майбутніх докторів філософії з математики: кейс дослідження груп з обмеженнями на норми заданих систем підгруп. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2024. Том 12, № 3. С. 26-32. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i3-004>

Drushlyak M., Lukashova T., Pidopryhora A., Ielizarenko D., Nadochyi O. Tsyfrovi instrumenty v pidhotovtsi maibutnikh doktoriv filosofii z matematyky: keis doslidzhennia hrup z obmezheniamy na normy zadanykh system pidhrup [Digital tools in the training of future phd in mathematics: a case study of groups with restrictions on the norms of given subgroup systems]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka - Education. Innovation. Practice*, 2024. Vol. 12, No 3. S. 26-32. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i3-004>

УДК 378.147

DOI: 10.31110/2616-650X-vol12i3-004

**Марина ДРУШЛЯК¹, Тетяна ЛУКАШОВА², Анастасія ПІДОПРИГОРА³,
Дмитро ЄЛІЗАРЕНКО⁴, Олександр НАДТОЧІЙ⁵**

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, Україна

¹<https://orcid.org/0000-0002-9648-2248>

marydru@fizmatsspu.sumy.ua

²<https://orcid.org/0000-0002-1465-9530>

tanya.lukashova2015@gmail.com

³<https://orcid.org/0009-0009-4054-4284>

anastasialogvin2@gmail.com

⁴<https://orcid.org/0009-0000-9048-2143>

d.ielizarenko@gmail.com

⁵<https://orcid.org/0009-0000-5105-7531>

nadtociy.10@gmail.com

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ В ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ДОКТОРІВ ФІЛОСОФІЇ З МАТЕМАТИКИ: КЕЙС ДОСЛІДЖЕННЯ ГРУП З ОБМЕЖЕННЯМИ НА НОРМИ ЗАДАНИХ СИСТЕМ ПІДГРУП

Анотація. Невід'ємною частиною підготовки дисертаційного дослідження майбутніми докторами філософії є аналіз наукової літератури з теми дослідження, результатом якого є визначення стану вивченості наукової проблеми, виокремлення основних тенденцій та провідних напрямів дослідження, що є необхідним для обґрунтування актуальності теми дисертаційного дослідження. Студіювання науково-методичної літератури, аналітичний огляд наукових студій та теоретичне осмислення знайдених результатів значно полегшуються у цифрову епоху за умови, що майбутні доктори філософії послуговуються різними цифровими інструментами. З метою аналізу та систематизації наукових позицій за темою майбутньої дисертації в системі підготовки майбутніх докторів філософії за спеціальністю 111 Математики у межах курсу «Методологічні основи наукових досліджень (за темою дисертації)» передбачено використання сервісів Mathematics Genealogy Project та VOSviewer. Сервіс Mathematics Genealogy Project пропонується з метою складання академічної генеалогії дослідників проблеми, що сприяє більш глибокому розумінню як логіки розвитку проблеми дослідження, так і хронології досліджень. Сервіс VOSviewer дозволяє здійснити кластерний аналіз результатів досліджень та візуалізувати кластерну мережу ключових слів, з метою формування комплексного уявлення про сучасний стан вивченості проблеми та визначення потенційних напрямів подальших розвідок. В статті представлено кейс використання цифрових інструментів для вивчення стану проблеми дослідження груп з обмеженнями на норми заданих систем підгруп.

Ключові слова: цифрові інструменти; VOSviewer; майбутні доктори філософії з математики; норма групи; узагальнена норма групи.

**Marina DRUSHLYAK¹, Tetiana LUKASHOVA², Anastasiia PIDOPRYHORA³,
Dmytro IELIZARENKO⁴, Oleksandr NADTOCHYI⁵**

Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko, Ukraine

¹<https://orcid.org/0000-0002-9648-2248>

marydru@fizmatsspu.sumy.ua

²<https://orcid.org/0000-0002-1465-9530>

tanya.lukashova2015@gmail.com

³<https://orcid.org/0009-0009-4054-4284>

anastasialogvin2@gmail.com

⁴<https://orcid.org/0009-0000-9048-2143>

d.ielizarenko@gmail.com

⁵<https://orcid.org/0009-0000-5105-7531>

nadtociy.10@gmail.com

DIGITAL TOOLS IN THE TRAINING OF FUTURE PHD IN MATHEMATICS: A CASE STUDY OF GROUPS WITH RESTRICTIONS ON THE NORMS OF GIVEN SUBGROUP SYSTEMS

Abstract. An integral part of preparing a thesis by future PhDs is the analysis of scientific literature related to the research topic. This analysis results in determining the state of the research problem, identifying main trends, and leading directions of research, which are necessary to justify the relevance of the dissertation topic. Studying scientific and methodological findings, conducting analytical reviews of research studies, and theoretically comprehending the findings are significantly facilitated in the digital era provided that future PhDs use

different digital tools. For the purpose of analyzing and systematizing scientific positions on the topic of future thesis in the system of preparing future PhDs in Mathematics in the course "Methodological Foundations of Scientific Research (on the topic of the thesis)", the use of Mathematics Genealogy Project and VOSviewer is envisaged. Mathematics Genealogy Project is proposed to compile the academic genealogy of researchers, which contributes to a deeper understanding of both the logic of the problem's development and the chronology of research. VOSviewer allows for cluster analysis of research results and visualization of the cluster network of keywords, aiming to form a comprehensive understanding of the current state of research on the problem and identify potential directions for further exploration. The article presents a case of using digital tools in study the state of the research of groups with restrictions on the norms of given subgroup systems.

Keywords: digital tools; VOSviewer; future PhDs in mathematics; norm of a group; generalized norm of a group.

Постановка проблеми. Невід'ємною складовою підготовки дисертаційного дослідження майбутніми докторами філософії є аналіз наукової літератури з теми дослідження. Така діяльність має за мету вивчити актуальний стан, рівень розробленості досліджуваної проблеми, визначити основні тенденції у поглядах фахівців на проблему, виокремити провідні напрями дослідження, охарактеризувати понятійно-категоріальний апарат дослідження. «Аналіз стану дослідженості проблеми є складовою обґрунтування теоретичної актуальності теми дисертаційної роботи. Під час такого аналізу науковець з'ясовує, чи існують наукові роботи, спрямовані на реалізацію мети його дослідження, та узагальнює їх. Якщо такі роботи існують, він має дати чітку відповідь на питання: які аспекти наукової проблеми досліджені та недосліджені; чому необхідне саме його дослідження» [20].

Для визначення стану вивченості наукової проблеми необхідно проаналізувати джерела, зміст яких пов'язаний з темою наукових досліджень, серед яких матеріали, надруковані в різних вітчизняних і зарубіжних виданнях, недруковані видання (звіти, дисертації, депоновані рукописи, електронні та Інтернет-видання), офіційні матеріали. В цифрову епоху розширюються можливості пошуку таких джерел. Для визначення актуальних напрямів наукових досліджень, пошуку, критичного добору наукових даних і наукової літератури, оприлюднення й розповсюдження освітніх та наукових матеріалів, аналізу наукових публікацій, які є найбільш цитованими, аналізу зарубіжного і вітчизняного досвіду з досліджуваної проблеми А. В. Яцишин пропонує використовувати електронні бібліотеки та репозитарії (Zenodo, EBSCO, DBLP, Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського), електронні відкриті журнальні системи, наукометричні бази даних (Google Scholar, Scopus, Web of Science, Open Ukrainian Citation Index (OUCI) [21]; пошукові системи мережі Інтернет (наприклад, Google), пошукові системи із вбудованим штучним інтелектом (наприклад, Bing). Корисним є також ознайомлення із оглядовими статтями за тематикою дослідження, де вже проаналізовано та систематизовано результати, виокремлено основні напрями досліджень. Але не за всіма темами можна знайти подібні статті. На думку А. В. Яцишин, якість «цифрових відкритих систем для виконання наукового дослідження безпосередньо впливає швидкість та якість підготовки дисертаційної роботи, оскільки дозволяє аспіранту: зменшити часові і фінансові витрати; здійснити добір актуальних, якісних (найбільш цитованих чи популярних) наукових джерел; представити матеріали для проведення педагогічного експерименту в електронній формі (тести, вікторини, анкети, відеоматеріали, презентації); кількісні дані педагогічного експерименту подати за допомогою інфографіки та ін.» [21].

Мета статті – обґрунтувати доцільність використання цифрових інструментів для аналізу розробленості проблеми дисертаційного дослідження у підготовці майбутніх докторів філософії з математики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні вимоги цифрової трансформації суспільства та освіти відображаються, зокрема, на необхідності розвитку цифрової компетентності майбутніх докторів філософії. Студіювання наукової літератури з даної тематики дозволяє виділити роботи А. В. Яцишин, яка обґрунтовує теоретико-методичні основи використання цифрових відкритих систем у підготовці аспірантів і докторантів [21], та Я. В. Топольник, яка досліджує систему IT-підтримки наукових досліджень майбутніх магістрів і докторів філософії в галузі освіти [19]. Варто звернути увагу також на результати Ю. Бойчука, А. Боярська-Хоменко та Л. Рибалко, які досліджують можливості формування науково-дослідницької компетентності майбутніх докторів філософії в умовах упровадження технологій дистанційного навчання, зокрема, під час вивчення дисципліни «Цифрові сервіси в наукових дослідженнях», де досліджуються засоби інформаційного пошуку для наукових досліджень [17]. В результаті аналітичного огляду наукових студій з проблеми формування інформаційної компетентності майбутніх докторів філософії, акцентуємо увагу на дослідженні І. В. Олійник, яка зазначає, що «кожен науковець повинен вільно орієнтуватися в інформаційному просторі e-Science з метою послугоування науковими ресурсами, мати вільний доступ до наукової інформації, освітніх порталів та онлайн-платформ» [18]. Автор стверджує, що задля підвищення рівня наукових досліджень майбутні доктори філософії повинні мати навички роботи з пошуковими системами та базами даних, системами наукового цитування, що дозволяє ознайомитися з сучасними світовими дослідженнями в рамках конкретної проблеми [18].

Методи дослідження. Для досягнення мети були використані методи теоретичного рівня наукового пізнання: аналіз наукової літератури, синтез, формалізація наукових джерел, опис,

зіставлення, узагальнення власного досвіду, бібліографічний аналіз та метод кластеризації засобами VOSviewer для визначення проблемного поля та його ключових понять.

Виклад основного матеріалу дослідження. В умовах цифрової трансформації для проведення наукових досліджень застосування цифрових технологій є необхідним інструментом, оскільки завдяки цифровізації не тільки значно скоротився час пошуку інформації для проведення наукових досліджень, але й полегшилися процеси аналізу знайденої інформації. Вміння знайти потрібний і достовірний матеріал, проаналізувати та систематизувати його є необхідною складовою інформаційно-цифрової компетентності майбутнього доктора філософії. В системі підготовки майбутніх докторів філософії за спеціальністю 111 Математики у межах курсу «Методологічні основи наукових досліджень (за темою дисертації)» у Сумському державному педагогічному університеті імені А. С. Макаренка використовуються сервіси *Mathematics Genealogy Project* та *VOSviewer* з метою систематизації актуальних досліджень за темою майбутньої дисертації.

Дослідження генеалогії дослідників засобами сервісу Mathematics Genealogy Project.

При підготовці майбутніх докторів філософії з математики з метою вивчення стану розробленості проблеми дослідження корисним є такий прийом як складання академічної генеалогії дослідників, що займалися проблемою. Генеалогія дослідників, тобто встановлення зв'язків типу «предок – нащадок», «advisor – student», доцільно складати для більш глибокого розуміння логіки розвитку проблеми дослідження, і самої хронології досліджень. З метою встановлення таких зв'язків пропонується використання сервісу *Mathematics Genealogy Project* (<https://www.genealogy.math.ndsu.nodak.edu/index.php>) – база даних, що містить інформацію про академічний родовід конкретного математика, як сучасного, так і з минулих століть (рис. 1). Математик X вважається прямим академічним потомком математика Y, якщо Y був науковим керівником кандидатської дисертації математика X. Для закордонних математиків замість кандидатської дисертації використовуються такі її аналоги як доктор філософії (Ph.D., D.Phil.) чи доктор наук (Sc.D., D.Sc., Dr.Sc.) [1].

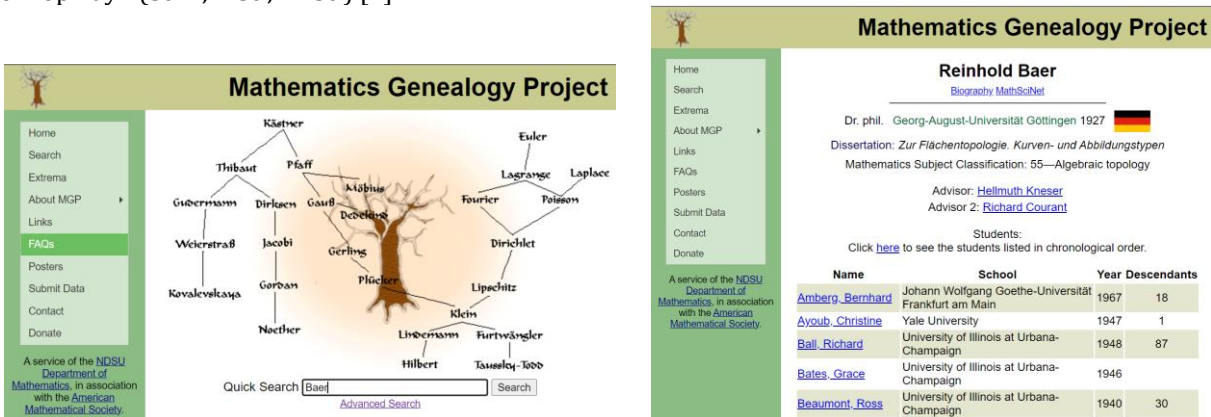


Рис. 1. Результати пошуку на Mathematics Genealogy Project

З проблеми дослідження груп з обмеженнями на норми заданих систем підгруп, за допомогою даного сервісу можна виокремити декілька академічних «родоводів» (рис. 2).

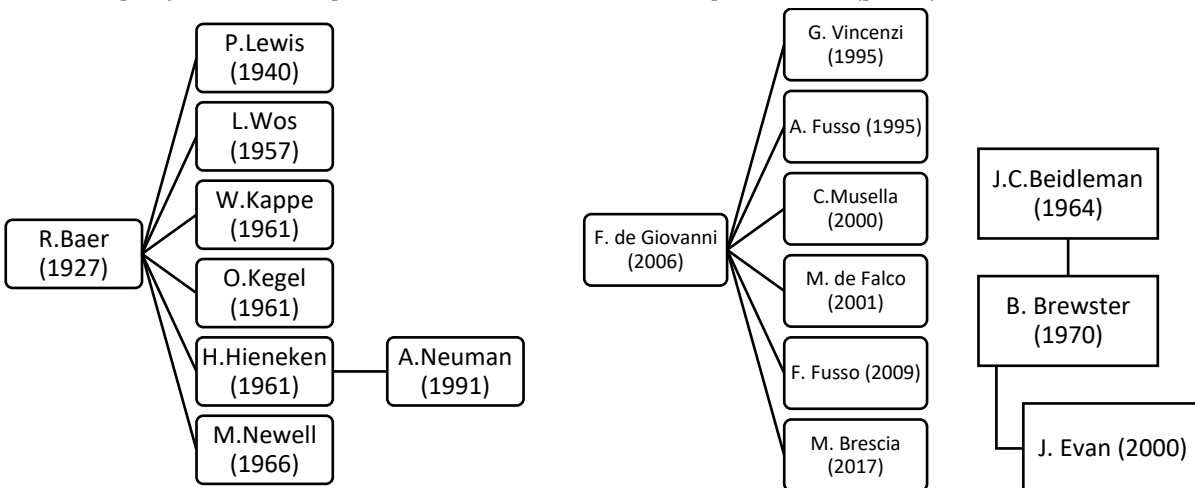


Рис. 2. Академічні «родоводи» з проблеми дослідження груп з обмеженнями на норми заданих систем підгруп

Кластерний аналіз результатів досліджень засобами сервісу VOSviewer.

Бібліометричний аналіз є доцільним методом дослідження проблеми вивчення та характеристики груп з обмеженнями на норми заданих систем підгруп, який дозволяє надати комплексне уявлення про сучасний стан вивченості проблеми та допомогти визначити потенційні напрями подальших розвідок. Результати бібліометричного аналізу дозволяють побудувати та візуалізувати сервіс VOSviewer. Сервіс VOSviewer «використовує алгоритм кластеризації, заснований на техніці подібності (visualization of similarities – VOS), який оптимізує модульність мережі і створює високоякісні візуалізації; пропонує різні варіанти візуального подання; дозволяє інтерактивно досліджувати мережу; підтримує різні типи мереж, такі як співавторство, цитування, бібліографічні зв'язки та мережі повторюваності) [4; 11; 14; 15].

Задамо пошук у наукометричній базі Web of Science за ключовими словами «norm of group» та «intersection of normalizers», вибір бази даних забезпечить достовірність даних. Для підвищення точності результатів пошуку додатково було застосовано фільтри: Web of Science Categories – Mathematics.

Пошук 21 лютого 2024 року надав 51771 результат, які вибудовано за Relevance, з них обрано 51, які безпосередньо стосуються тематики дослідження. Результати було проаналізовано за спільним вживанням (Co-occurrence) та усіма ключовими словами (All keywords). Границя відбору (мінімальна кількість слів, що зустрічаються) – 1, таке обмеження дозволило обрати всі 108 ключових слів. Ключові слова були додатково верифіковані, оскільки проблема стосується спеціальної тематики теорії груп, а поняття та терміни, які їх позначають, можуть вживатися в різних розділах математики та позначати різні об'єкти і мати, відповідно, різні значення (зокрема, термін norm (норма) використовується у лінійній алгебрі для позначення норми (довжини) вектора, теорії кілець для позначення евклідової норми тощо). В результаті отримано мережу зв'язків ключових слів, які розбито на 6 кластерів (рис. 3).

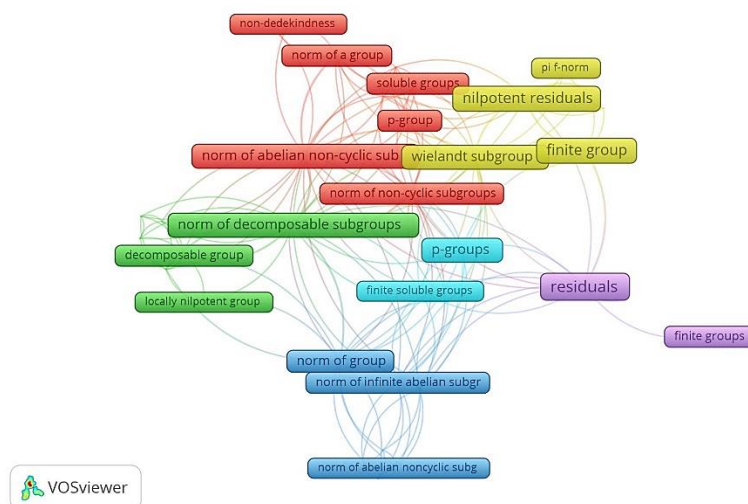


Рис. 3. Мережа зв'язків ключових слів джерел з проблеми дослідження групи з обмеженнями на норми заданих систем підгруп

Розподіл ключових слів за кластерами подано у таблиці 1. У таблиці використано наступні позначення: w_l (weight <Links> – сила зв'язків: кількість зв'язків елемента з іншими), w_{ls} (weight <Total link strength> – вага загальної сили зв'язку), w_o (weight <Occurrences> – кількість документів, в яких зустрічається ключове слово), s_{apy} (score<Avg.pub.year> – середній рік публікації документів, в яких зустрічається ключове слово), s_{ac} (score<Avg.citations> – середня кількість цитувань документів, в яких зустрічається ключове слово), s_{anc} (score<Avg.norm.citations> – середня нормалізована кількість цитувань документів, в яких зустрічається ключове слово) [11].

З усіх кластерів найбільшу силу зв'язків мають ключові слова «norm of abelian non-cyclic subgroups» (23) та «norm of decomposable subgroups» (22). Поясненням цього факту є те, що дослідження останніх років були спрямовані саме на дослідження норми розкладних підгруп [5; 9] та на її взаємозв'язки із нормою абелевих нециклічних підгруп [6], а також те, що дослідження груп з обмеженнями на вказані норми спираються та корелюють із попередніми дослідженнями груп з обмеженнями на різні узагальнені норми.

Наступними за силою зв'язків є концепти «wielandt subgroup» (19) та «norm of non-cyclic subgroups» (16), як найбільш досліджені типи узагальнених норм групи (наприклад, [7; 16]), та «norm of group» (17), як найбільш загальний концепт даного напрямку дослідження. Концепти «norm of infinite abelian subgroups» (14), «norm of infinite subgroups» (14), «norm of infinite cyclic subgroups» (6) [10], «norm

of cyclic subgroups of non-prime order» (6) [3] визначають інші узагальнені норми групи, до того ж дані ключові слова мають зв'язки з більшість концептів по усім кластерам.

Таблиця 1. Розподіл ключових слів за кластерами

Ключове слово	Кластер	W1	W1s	W0	Sapy	Sac	Sanc
2-groups	1	9	9	1	2022,00	0	0
generalized norm of a group	1	9	9	1	2022,00	0	0
non-dedekindness	1	3	3	1	2022,00	0	0
norm of a group	1	11	12	2	2022,00	0	0
norm of abelian non-cyclic subgroups	1	23	28	4	2020,00	1,75	0,54
norm of non-cyclic subgroups	1	16	19	2	2019,00	3	0,86
p-group	1	10	10	2	2014,50	5	0,5
soluble groups	1	9	9	2	2008,5	2,5	0,5
torsion locally nilpotent group	1	3	3	1	2022,00	0	0
decomposable group	2	8	10	2	2020,00	2	0,89
generalized norms of group	2	6	6	1	2020,00	1	0,44
locally nilpotent groups	2	4	4	1	2020,00	3	1,33
locally soluble groups	2	6	6	1	2020,00	1	0,44
non-dedekind group	2	8	10	2	2020,00	2	0,89
non-periodic group	2	6	6	1	2020,00	1	0,44
norm of decomposable subgroups	2	22	29	4	2019,50	2,5	0,87
norm of abelian non-cyclic subgroups	3	6	6	1	2019,00	3	1
norm of cyclic subgroups of non-prime order	3	6	6	1	2019,00	3	1
norm of group	3	17	20	3	2018,33	4	1,35
norm of infinite abelian subgroups	3	14	16	2	2017,50	4,5	1,36
norm of infinite cyclic subgroups	3	6	6	1	2019,00	3	1
norm of infinite subgroups	3	14	16	2	2017,00	4,5	1,36
norm of noncyclic subgroups	3	6	6	1	2019,00	3	1
finite group	4	6	8	7	2020,00	2,86	0,73
hypercenter	4	5	7	4	2015,75	8	1,42
nilpotent residuals	4	14	18	6	2018,33	3,67	1,20
pi f-norm	4	3	3	1	2014,00	11	1,53
soluble group	4	3	3	5	2008,50	12,6	1,22
wielandt subgroup	4	19	23	5	2017,20	4	0,7
finite groups	5	2	2	2	2019,50	1,5	2,3
nilpotent groups	5	1	1	1	2017,00	1	0,6
residuals	5	14	15	9	2020,56	2,22	1,3
solvable groups	5	1	1	4	2015,00	7,75	0,93
finite soluble groups	6	10	10	1	2016,00	6	1,71
hamiltonian groups	6	10	10	1	2016,00	6	1,71
p-groups	6	12	12	4	2010,00	8,75	1,48

Група концептів «p-groups», «p-group», «soluble groups», «2-groups», «finite soluble groups», «non-periodic group», «locally soluble groups», «locally nilpotent groups», «finite group» із силою зв'язку від (6) до (12) визначає типи груп, які найчастіше зустрічаються у дослідженнях з обмеженнями на їх узагальнені норми. Концепти «Hamiltonian groups» (6) та «non-Dedekind group» (8) визначають обмеження, які накладаються на узагальнену норму групи [10].

Концепти кластера 4 «residuals», «nilpotent residuals», «pi f-norm», «hypercenter» відображають напрямок дослідження китайських алгебраїстів (наприклад, [12; 13]), які досліджують норми \mathfrak{Z} -резидуалів заданих систем підгруп (тобто таких найменших нормальних підгруп даної групи, фактор-групи по яким належать заданому класу \mathfrak{Z}).

Результати кластеризації певною мірою узгоджуються з напрямками, які було виділено авторами в оглядових статтях з проблеми дослідження груп з обмеженнями на норми заданих систем підгруп, датованих 2016 [2] та 2022 [8] роками.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Стрімкий розвиток цифрових технологій повинен накласти відбиток на традиційні підходи у підготовці майбутніх докторів філософії. Впровадження цифрових інструментів сприятиме проведенню якісних наукових досліджень, зниженню часових витрат на пошук та відбір наукових джерел, швидкому обміну результатами і даними, їх аналізу й оцінюванню, моніторингу результатів діяльності інших вчених.

Спеціальність Математика є найбільш стійкою до впровадження цифрових технологій порівняно з іншими. Але зважаючи на ефективність таких цифрових інструментів, як *Mathematics Genealogy Project* та *VOSviewer*, що дозволяє кластеризувати дані на основі ключових слів та мереж, вважаємо за необхідне використовувати їх при аналізі актуальних досліджень за темою дисертації у підготовці майбутніх докторів філософії з математики.

Список використаних джерел

1. Allyn J. A Labor of Love: The Mathematics Genealogy Project. Notices of the AMS. 2007. Vol. 54 (8). P. 1002-1003.
2. Drushlyak M. G., Lukashova T. D., Lyman, F. M. Generalized norms of groups. Algebra Discrete Math. 2016. Vol. 22 (1). P. 48-80.
3. Drushlyak M., Lukashova T. Non-periodic groups with the restrictions on the norm of cyclic subgroups of non-prime order. Matematychni Studii. 2022. Vol. 58(1). P. 36-44. <https://doi.org/10.30970/ms.58.1.36-44>.
4. Fadieieva L.O. Adaptive learning concept selection: a bibliometric review of scholarly literature from 2011 to 2019. Educational Dimension. 2023. Vol. 9. P. 136-148. <https://doi.org/10.31812/ed.643>.
5. Lukashova T. D. Infinite locally finite groups with the locally nilpotent non-Dedekind norm of decomposable subgroups, Commun. Algebra. 2020. Vol. 48(3). P. 1052-1057. <https://doi.org/10.1080/00927872.2019.1677683>.
6. Lukashova T. Locally soluble groups with the restrictions on the generalized norms, Algebra Discrete Math. 2020. 29(1). P. 85-98. <https://doi.org/10.12958/adm1527>.
7. Lukashova T., Drushlyak M. Generalized norms of groups: retrospective review and current status. Algebra and Discrete Mathematics. 2022. Vol. 34 (1). P. 105-131. <https://doi.org/10.12958/adm1968>.
8. Lukashova T., Drushlyak M. Torsion Locally Nilpotent Groups with the non-Dedekind Norm of Decomposable Subgroups. Adv. Group Theory Appl. 2023. Vol. 17. P. 51-63. <https://doi.org/10.32037/agta-2023-015>.
9. Lukashova T., Lyman F., Drushlyak M. On the non-cyclic norm in non-periodic groups. Asian-European Journal of Mathematics. 2020. Vol. 13 (1). P. 2050092 (8 pages). <https://doi.org/10.1142/S179355712000928>.
10. Lukashova T.D., Drushlyak M.G., Lyman F.M. Conditions of Dedekindness of generalized norms in non-periodic groups. Asian-European Journal of Mathematics. 2019. Vol. 12(2). P. 1950093 (11 pages). <https://doi.org/10.1142/S1793557119500931>.
11. Mintii M.M. Exploring the landscape of STEM education and personnel training: a comprehensive systematic review. Educational Dimension. 2023. Vol. 9. P.149-172. <https://doi.org/10.31812/ed.583>.
12. Shen Zh., Shi W., Qian G. On norm of the nilpotent residuals of all subgroups of a finite order, J. Algebra. 2012. Vol. 352(1). P. 290-298. <https://doi.org/10.1016/J.JALGEBRA.2011.11.018>.
13. Su N., Wang Ya. On the normalizers of the F-residuals of all subgroups of a finite group. J. Algebra. 2013. Vol. 392 (15). P. 185-198. <https://doi.org/10.1016/j.jalgebra.2013.06.037>.
14. Yurchenko A., Proshkin V., Naboka O., Shamonia V., Semenikhina O. The use of digital technologies in education: the case of physics learning. International Journal of Research in E-learning. 2023. Vol. 9(2). Pp. 1-25. <https://doi.org/10.31261/IJREL.2023.9.2.02>.
15. Yurchenko A., Rozumenko A., Rozumenko A., Momot R., Semenikhina O. Cloud technologies in education: the bibliographic review. Informatyka, Automatyka, Pomiar W Gospodarce I Ochronie Środowiska. 2023. Vol. 13(4). Pp. 79-84. <https://doi.org/10.35784/iapgos.4421>.
16. Zhang X., Guo X. On the Wielandt subgroup in a p-group of maximal class, Chin. Ann. Math. Ser. B. 2012. Vol. 33 (1). P. 83-90. <https://doi.org/10.1007/s11401-011-0690-z>.
17. Бойчук Ю., Боярська-Хоменко А., Рибалко, Л. Формування науково-дослідницької компетентності майбутніх докторів філософії в умовах упровадження технологій дистанційного навчання. Новий колегіум. 2023. № 3(111). С.74-81. <https://doi.org/10.30837/nc.2023.3.74>.
18. Олійник І. В. Інформаційна компетентність майбутніх докторів філософії як інтегративний показник ефективної дослідницької діяльності. Вісник університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і Психологія». 2021. № 1 (21). С. 205-212. <https://doi.org/10.32342/2522-4115-2021-1-21-24>.
19. Топольник Я. В. Система інформаційно-комунікаційної підтримки наукових досліджень майбутніх магістрів і докторів філософії в галузі освіти: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.10. Старобільськ, 2019.
20. Хриков Є. М. Аналіз стану дослідженості наукової проблеми у галузі порівняльної педагогіки. Український педагогічний журнал. 2019. №4. С. 57-64.
21. Яцишин А.В. Цифрові відкриті системи у підготовці аспірантів і докторантів: монографія. Київ: ЦП «Компринт», 2020. 416 с.

References

1. Allyn J. A Labor of Love: The Mathematics Genealogy Project. Notices of the AMS. 2007. Vol. 54 (8). P. 1002-1003.
2. Drushlyak M. G., Lukashova T. D., Lyman, F. M. Generalized norms of groups. Algebra Discrete Math. 2016. Vol. 22 (1). P. 48-80.
3. Drushlyak M., Lukashova T. Non-periodic groups with the restrictions on the norm of cyclic subgroups of non-prime order. Matematychni Studii. 2022. Vol. 58(1). P. 36-44. <https://doi.org/10.30970/ms.58.1.36-44>.
4. Fadieieva L.O. Adaptive learning concept selection: a bibliometric review of scholarly literature from 2011 to 2019. Educational Dimension. 2023. Vol. 9. P. 136-148. <https://doi.org/10.31812/ed.643>.
5. Lukashova T. D. Infinite locally finite groups with the locally nilpotent non-Dedekind norm of decomposable subgroups, Commun. Algebra. 2020. Vol. 48(3). P. 1052-1057. <https://doi.org/10.1080/00927872.2019.1677683>.
6. Lukashova T. Locally soluble groups with the restrictions on the generalized norms, Algebra Discrete Math. 2020. 29 (1). P. 85-98. <https://doi.org/10.12958/adm1527>.
7. Lukashova T., Drushlyak M. Generalized norms of groups: retrospective review and current status. Algebra and Discrete Mathematics. 2022. Vol. 34 (1). P. 105-131. <https://doi.org/10.12958/adm1968>.
8. Lukashova T., Drushlyak M. Torsion Locally Nilpotent Groups with the non-Dedekind Norm of Decomposable Subgroups. Adv. Group Theory Appl. 2023. Vol. 17. P. 51-63. <https://doi.org/10.32037/agta-2023-015>.
9. Lukashova T., Lyman F., Drushlyak M. On the non-cyclic norm in non-periodic groups. Asian-European Journal of Mathematics. 2020. Vol. 13 (1). P. 2050092 (8 pages). <https://doi.org/10.1142/S179355712000928>.

10. Lukashova T.D., Drushlyak M.G., Lyman F.M. Conditions of Dedekindness of generalized norms in non-periodic groups. *Asian-European Journal of Mathematics*. 2019. Vol. 12(2). P. 1950093 (11 pages). <https://doi.org/10.1142/S1793557119500931>.
11. Mintii M.M. Exploring the landscape of STEM education and personnel training: a comprehensive systematic review. *Educational Dimension*. 2023. Vol. 9. P.149-172. <https://doi.org/10.31812/ed.583>.
12. Shen Zh., Shi W., Qian G. On norm of the nilpotent residuals of all subgroups of a finite order, *J. Algebra*. 2012. Vol. 352 (1). P. 290-298. <https://doi.org/10.1016/J.JALGEBRA.2011.11.018>.
13. Su N., Wang Ya. On the normalizers of the F-residuals of all subgroups of a finite group. *J. Algebra*. 2013. Vol. 392 (15). P. 185-198. <https://doi.org/10.1016/j.jalgebra.2013.06.037>.
14. Yurchenko A., Proshkin V., Naboka O., Shamonina V., Semenikhina O. The use of digital technologies in education: the case of physics learning. *International Journal of Research in E-learning*. 2023. Vol. 9(2). Pp. 1-25. <https://doi.org/10.31261/IJREL.2023.9.2.02>.
15. Yurchenko A., Rozumenko A., Rozumenko A., Momot R., Semenikhina O. Cloud technologies in education: the bibliographic review. *Informatyka, Automatyka, Pomiary W Gospodarce I Ochronie Środowiska*. 2023. Vol. 13(4). Pp. 79-84. <https://doi.org/10.35784/iapgos.4421>.
16. Zhang X., Guo X. On the Wielandt subgroup in a p-group of maximal class, *Chin. Ann. Math. Ser. B*. 2012. Vol. 33 (1). P. 83-90. <https://doi.org/10.1007/s11401-011-0690-z>.
17. Boichuk Yu., Boiarska-Khomenko A., Rybalko, L. Formuvannia naukovo-doslidnytskoi kompetentnosti maibutnikh doktoriv filosofii v umovakh uprovadzhennia tekhnolohii dystantsiinoho navchannia. *Novyi kolehium*. 2023. № 3(111). S.74-81. <https://doi.org/10.30837/nc.2023.3.74>.
18. Oliinyk I. V. Informatsiina kompetentnist maibutnikh doktoriv filosofii yak intehratyvnyi pokaznyk efektyvnoi doslidnytskoi diialnosti. *Visnyk universytetu imeni Alfreda Nobelia. Seriiia «Pedahohika i Psykholohiia»*. 2021. № 1 (21). S. 205-212. <https://doi.org/10.32342/2522-4115-2021-1-21-24>.
19. Topolnyk Ya. V. Systema informatsiino-komunikatsiinoi pidtrymky naukovykh doslidzhen maibutnikh mahistriv i doktoriv filosofii v haluzi osvity: dys. ... dokt. ped. nauk: 13.00.10. Starobilsk, 2019.
20. Khrykov Ye. M. Analiz stanu doslidzhenosti naukovoï problemy u haluzi porivnialnoi pedahohiky. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal*. 2019. №4. S. 57-64.
21. Iatsyshyn A.V. Tsyfrovii vidkryti systemy u pidhotovtsi aspirantiv i doktorantiv: monohrafiia. Kyiv: TsP «Komprynt», 2020. 416 s.