

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 519.7

<https://doi.org/10.26907/2541-7746.2025.2.311-328>

Пилотная модель сети научных журналов России: анализ на основе графа пересечений

А.А. Печников*Карельский научный центр Российской академии наук, г. Петрозаводск, Россия**pechnikov@krc.karelia.ru***Аннотация**

Научные журналы играют важную роль в научном сообществе, являясь определяющим инструментом развития науки и обмена знаниями. Отношения между журналами многогранны и имеют разную природу, в совокупности формируя связи в сложной сети журнальной коммуникации. Разработка адекватных математических моделей подобных объектов, обладающих способностями к самоорганизации, является серьезной проблемой, требующей всестороннего изучения. В работе предложен подход к анализу сети журналов, базирующийся на новом библиографическом графе отношений между журналами, когда связь между журналами определяется наличием общих авторов, то есть фактически на бинарной операции пересечения множеств авторов журналов. Это позволяет рассмотреть два уровня взаимодействия журналов, нижний из которых представляет собой отношения на множествах журналов, объединяемых в научные тематики, а верхний – отношения между тематиками, с использованием единых приемов и методов обработки исходных данных. Названный подход продемонстрирован на пилотном примере, построенном по данным eLIBRARY.RU, и позволяет получить ряд результатов, свидетельствующих о перспективности его использования и возможностях масштабирования.

Ключевые слова: научный журнал, научная сеть, библиометрический граф, граф пересечений, коэффициент Жаккара

Благодарности. Автор приносит благодарность своим коллегам из Научной электронной библиотеки и Математического института им. В.А. Стеклова РАН за предварительную подготовку и обработку данных, использованных в работе.

Работа выполнена при финансовой поддержке по проекту FMEN-2024-0005 «Случайные графы, структура и информационный поиск, кооперация и конкуренция в сетях и приложения в сложных системах».

Для цитирования: Печников А.А. Пилотная модель сети научных журналов России: анализ на основе графа пересечений // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Физ.-матем. науки. 2025. Т. 167, кн. 2. С. 311–328. <https://doi.org/10.26907/2541-7746.2025.2.311-328>.

ORIGINAL ARTICLE

<https://doi.org/10.26907/2541-7746.2025.2.311-328>

A pilot model of the scientific journal network in Russia: An intersection graph analysis

A.A. Pechnikov

Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

pechnikov@krc.karelia.ru

Abstract

Scientific journals play an important role as a key tool for advancing science and encouraging knowledge exchange during research collaboration. The relationships among them are extremely diverse and cluster together into a complex network of connections. Developing adequate mathematical models of such self-organizing systems is a serious problem that requires in-depth investigation. This article introduces an approach to analyze the journal network based on a new bibliographic graph in which the relationships among journals are defined by shared authorship, i.e., through the binary intersection of author sets. Two levels of journal interaction can be distinguished using consistent source data processing techniques and methods. At the lower level, the relationships among multiple journals are grouped by scientific topics. At the upper level, the interactions between these topics are established. The approach was validated through a pilot study of eLIBRARY.RU data. The findings demonstrate its feasibility and scalability potential.

Keywords: scientific journal, scientific network, bibliometric graph, intersection graph, Jaccard coefficient

Acknowledgments. Colleagues from the Scientific Electronic Library and the Steklov Mathematical Institute of the Russian Academy of Sciences are gratefully acknowledged for their contribution in preliminary preparation and processing of the data used in the work.

This study was supported by the FMEN-2024-0005 project “Random graphs, structure and information search, cooperation and competition in networks, and applications in complex systems.”

For citation: Pechnikov A.A. A pilot model of the scientific journal network in Russia: An intersection graph analysis. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Fiziko-Matematicheskie Nauki*, 2025, vol. 167, no. 2, pp. 311–328. <https://doi.org/10.26907/2541-7746.2025.2.311-328>. (In Russian)

Введение

Наукометрия – научная дисциплина, изучающая эволюцию науки количественными методами. Ответ на вопрос «Зачем?» дан в работе [1]: «... единственный правильный ответ – для управления. Потенциально библиометрические (и даже шире – наукометрические) показатели могут и должны использоваться на всех этапах процесса управления научно-исследовательской деятельностью. ... Без решения задачи управления любая

оценка, будь то наукометрическая или экспертная, бессмысленна. Но этого мало: чтобы управлять каким-либо процессом или объектом, нужно понимать его природу и закономерности его развития».

В последние годы, особенно начиная с 2022 года, ситуация с российскими научными журналами обсуждается очень активно. В работе [2] сказано: «... проблема в том, что в настоящее время в России национальная сеть научных журналов не рассматривается как единая система. Она не выделена как особый объект государственной политики и управления. ... Действия государства в этой сфере фрагментарны и формальны, им не хватает системности, стратегичности, содержательности и конструктивности».

С этим утверждением нельзя не согласиться, но следует сказать о том, что мы пока довольно плохо себе представляем, что такое «национальная сеть научных журналов как единая система». Можно было бы привести несколько различных определений понятия «система», используемых в зависимости от контекста, области знаний и целей исследования. Опираясь на классиков, отметим, что «... система может быть определена как совокупность элементов, находящихся в определенных отношениях друг с другом и со средой» [3], поэтому попробуем сформулировать, из каких элементов состоит сеть научных журналов и каковы отношения между этими элементами.

Начнем с элементов, которыми, очевидно, являются научные журналы. Следуя [4], научный журнал – это «... журнал, содержащий статьи и материалы о теоретических исследованиях, а также статьи и материалы прикладного характера, предназначенные для научных работников». Журналы, являясь «носителями научных статей» [5], представляют объекты, имеющие сложную структуру и характеризующиеся многими параметрами, такими как издатель, состав редакционных коллегий, возраст, число ежегодных выпусков и статей.

Но даже на такой простой и естественный вопрос, как «Сколько научных журналов издается в России?», существует несколько вариантов ответов.

Российская государственная библиотека в разделе «Статистические показатели 2024 года» сообщает, что в 2024 году выпускалось 3383 научных издания, в том числе 3293 журнала [6]. Если же использовать поиск в каталоге журналов Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU (далее – НЭБ) [7], то на февраль 2025 года в России на русском языке издается 11725 научных журналов, причем полные тексты на eLIBRARY.RU имеют 6222 из них.

Отношения между журналами представляют задачу, требующую специального тщательного исследования. Наиболее исследованными являются отношения цитирования (собственно говоря, на отношениях цитирования построены современные рейтинги журналов), авторства, связывающие авторов и журналы, в которых они публикуются, и соавторства. Гораздо менее исследованы отношения, возникающие при наличии общих учредителей или общих членов редакционных коллегий журналов.

Отношения между журналами многогранны и имеют разную природу, в совокупности формируя связи в сложной сети журнальной коммуникации. Построение адекватных математических моделей подобных объектов возможно с использованием подходов системного анализа на основе информации, содержащейся в библиометрических базах данных. С позиций системного анализа [8] на первом этапе требуется декомпозиция системы: считая фиксированным множество ее элементов, рассматривают различные слои, соответствующие конкретным отношениям. Исследование каждого слоя также подразумевает

декомпозицию, но уже по подмножествам элементов, например, по подмножествам журналов различных научных направлений. На следующем этапе математические модели подсистем, соответствующих конкретным отношениям между журналами, могут быть синтезированы в более общую «концептуальную» модель.

Как сказано в [9]: «... наука может быть описана как сложная, самоорганизующаяся и постоянно развивающаяся многомасштабная сеть». Поэтому одним из важных направлений наукометрии является изучение научных сетей во всем их многообразии с использованием математических моделей и методов.

В англоязычной литературе для обозначения сетей, построенных на цитировании и соавторстве, появился термин «библиометрические сети» (bibliometric networks) (например, [10]). В России понятие «библиометрические сети» зафиксировано, например, в названии книги [5], посвященной «... вопросам анализа библиометрических сетей, возникающих в результате процесса цитирования научных статей, проиндексированных в библиографической базе данных».

Понятия «граф» и «сеть» часто воспринимаются как синонимичные. Например, в [11] сказано, что «... сети (или графы) выступают в качестве основополагающих структур в различных областях, включая социологию, биологию, неврологию и информатику». Мы исходим из того, что графом называется математический объект, к которому применимы методы теории графов, а о сетях говорится в контексте прикладных исследований. Хотя иногда в одной и той же статье можно встретить оба термина, смысл которых следует понимать из контекста.

Можно сказать, что библиометрические сети – это сети, построенные на отношениях между публикациями и/или их авторами, которые реализуются на основе списков соавторов и библиографических (пристатейных и прикнижных) списков, исследования которых проводятся с использованием информации, накапливаемой в библиографических базах данных. Следовательно, в качестве математических моделей таких сетей применяются соответствующие библиометрические графы.

В российских (и не только) библиометрических исследованиях наиболее изученными являются отношения цитирования. Основополагающей работой по структурному анализу сетей цитирования научных журналов, определяющей основные свойства таких сетей, является [12]. В работе российских исследователей [13] «... рассматривается сеть цитирования научных журналов, моделируемая взвешенным ориентированным графом, а также модели производных сетей – коцитирования и библиографического сочетания», построенные на основе библиографической информации о цитировании, извлеченной из БД RePEc [14]. В качестве еще одного примера можно привести ряд работ, основанных на данных Общероссийского математического портала MathNet.Ru [15]. Авторы (как разработчики) имеют доступ к базе данных, что позволяет исследовать указанную проблематику в области математических и компьютерных наук в России (например, [16]).

Заметим, что сети журналов, построенные на таких отношениях, как общие учредители и общие члены редколлегий журналов, тоже можно отнести к библиометрическим сетям, поскольку соответствующая информация хранится в современных библиографических системах.

Построение «концептуальной модели» национальной системы научных журналов России выходит за рамки данной статьи, основное внимание в работе сконцентрировано на одной из подсистем, формируемой на отношениях авторства.

В 2024 году сотрудниками Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU, Математического института им. В.А. Стеклова и Института прикладных математических исследований КарНЦ РАН было проведено совместное исследование динамики соавторства в России для пяти научных направлений, результаты которого готовятся к печати. Данные, полученные в результате этого исследования, представляют собой хорошую базу для дальнейшей обработки и проведения пилотного, но достаточно глубокого исследования отношений между российскими научными журналами на уровне авторства, связывающего авторов и журналы, в которых они публикуются. В качестве базовой модели используется граф журнальных пересечений, введенный в [17] и представляющий новый тип библиографического графа.

Основная цель данной работы заключается в разработке подхода к анализу сети российских журналов, основанного на новом библиографическом графе отношений между журналами и демонстрируемого на реальных данных eLIBRARY.RU с очевидной возможностью масштабирования. Представляется, что полученные результаты дают более глубокое понимание структуры отношений между журналами, что, в свою очередь, является шагом на пути к единой концептуальной модели национальной сети научных журналов России.

1. Графы журнальных пересечений

Пусть имеется множество журналов $J = \{1, \dots, n\}$, где каждый журнал идентифицируется его номером $j \in J$. Обозначим через $A(j)$ множество авторов, имеющих публикации в журнале j . Считаем, что $A(j)$ является множеством без повторяющихся элементов, то есть каждый автор учитывается один раз независимо от количества его статей в этом журнале.

Пересечение $A(i) \cap A(j)$ содержательно задает подмножество авторов, имеющих публикации как в журнале $A(i)$, так и в $A(j)$. Тогда граф пересечений журналов по множествам авторов – это

$$G = G(J, E),$$

где $J = \{1, \dots, n\}$ – это множество вершин, а множество ребер

$$E = \{\{i, j\} \mid A(i) \cap A(j) \neq \emptyset\}.$$

Мощности множеств авторов журналов могут значительно отличаться между собой, поэтому рассмотрим модификацию графа журнальных пересечений с использованием такой меры близости множеств, как коэффициент сходства Жаккара, введенный еще в начале прошлого века. В современной записи (например, как в [18]) для нашего случая коэффициент сходства для журналов i и j можно записать так:

$$k_{ij} = \frac{\text{card}(A(i) \cap A(j))}{\text{card}(A(i) \cup A(j))}, \quad (1)$$

где $\text{card}(M)$ – мощность множества M . При этом $0 \leq k_{ij} \leq 1$ и $k_{ij} = 0$ при $A(i) \cap A(j) = \emptyset$, $k_{ij} = 1$ при $A(i) = A(j)$, $i \neq j$. По определению будем считать $k_{ii} = 0$. Тогда граф пересечений, построенный с использованием коэффициента Жаккара, можно определить как

$$G_{KJ} = G(J, E, K),$$

где $K = \{k_{ij}, i, j = 1, \dots, n\}$, k_{ij} – вес ребра (i, j) .

Назовем граф G_{KL} графом близости журналов по коэффициенту сходства Жаккара, а k_{ij} – коэффициентом близости между журналами i и j .

Заметим, что при построении описанных графов журнальных пересечений существенным фактором является временной отрезок, на котором формируются соответствующие множества авторов журналов. Вряд ли имеет смысл построение графовых конструкций на множествах авторов, относящихся к различным отрезкам времени. Чтобы не усложнять обозначения графов пересечения дополнительными символами, в начале проводимого исследования следует акцентировать внимание на выбранном временном отрезке и дальше иметь его в виду.

2. Исходные данные

Источником данных является библиографическая база данных РИНЦ (Российский индекс научного цитирования). РИНЦ содержит полную информацию о публикациях в российских научных журналах, начиная с 2005 года, и публикациях до 2005 года в случаях их цитирования в более поздних работах [7]. Журналы классифицированы в РИНЦ по семидесяти двум тематикам, определяемым в РИНЦ по рубрикам верхнего уровня ГРНТИ (см. [19], пояснение к полю «Тематика»). Для пилотного исследования выбраны по двадцать журналов из различных пяти тематик с большим количеством российских журналов, выходящих в настоящее время (в скобках – количество журналов): Химия (181), История. Исторические науки (680), Математика (250), Медицина и здравоохранение (1266), Физика (239). Акцентируем внимание на том, что в дальнейшем изложении речь идет о временном отрезке $T = [2008, 2020]$.

При отборе журналов выполнялась проверка трех обязательных условий: включение в Russian Science Citation Index (RSCI) [20], год основания не позже 2000 и наличие полностью проиндексированного архива. Журналы отбирались последовательно по рейтингу RSCI, начиная с наивысшего. При нехватке журналов по трем обязательным условиям использовались следующие дополнительные условия: присутствие в рейтинге Science Index РИНЦ [21] и включение в «Белый список» (БС) Российского центра научной информации [22].

Приведем по два журнала каждой тематики, имеющих наивысший рейтинг Science Index РИНЦ за 2023 год:

- Успехи химии, Журнал неорганической химии;
- Археология, этнография и антропология Евразии, Российская археология;
- Успехи математических наук, Математический сборник;
- Российский кардиологический журнал, Терапевтический архив;
- Успехи физических наук, Акустический журнал.

Полные списки из двадцати журналов по каждой тематике приведены в Appendix 1¹.

В РИНЦ уникальные авторы идентифицируются по цифровому коду автора AuthorID. Исходные данные выбирались из базы данных РИНЦ и изначально представляли собой обезличенные списки уникальных кодов публикаций РИНЦ и списка кодов идентифицированных авторов, приложенного к каждой публикации.

¹<https://homepage.mi-ras.ru/tche/download/appendix1.xlsx>.

При индексации архивов не всегда возможно точно идентифицировать всех авторов, иногда информация о них ограничивается только фамилией и инициалами. Проверка в случае выбранных нами журналов за исследуемый период по каждой тематике показала менее 1 % неидентифицированных авторов, что не оказывает существенного влияния на результаты. Далее речь идет только об идентифицированных авторах. Сводные данные по двадцати журналам каждой тематики из базы данных РИНЦ приведены в табл. 1.

Табл. 1. Сводные данные по тематикам за 2008–2020 годы

Table 1. Aggregated data by topic area, 2008–2020

Тематика	статьи	авторы	макс. журн. у автора	макс. статей у автора
Химия	41459	29528	13	195
История	21158	8614	8	146
Математика	15196	7503	10	74
Медицина	37437	34678	11	257
Физика	44834	35114	10	160

Обозначения колонок:

- * статьи – суммарное количество статей по тематике;
- * авторы – общее количество идентифицированных авторов;
- * макс. журн. у автора – наибольшее количество журналов, в которых есть статьи одного и того же автора (возможно, в соавторстве);
- * макс. статей у автора – наибольшее количество статей у одного автора (возможно, в соавторстве).

Данные табл. 1 позволяют дать примерные оценки количества ученых, занимавшихся той или иной научной тематикой в 2008–2020 годах. Не раскрывая персональных данных, отметим интересный факт: для всех пяти рассматриваемых тематик ученые, имеющие наибольшее количество публикаций, не попадают даже в первую десятку ученых, опубликовавших в наибольшем количестве журналов.

3. Построение и сравнительный анализ графов близости журналов по тематикам

Сначала кратко опишем последовательность действий по построению графа близости журналов по математике как тематике, в содержательном плане наиболее хорошо известной автору и потенциальным читателям. Построение графов для остальных тематик аналогично.

Граф $G_{KJ}^{math} = G(J, E, K)$, может быть задан с помощью матрицы смежности; приведем ее фрагмент:

	AA	AL	VMU	...	TMI	UMN	FAP
AA	0	0.022	0.008	...	0.056	0.096	0.135
AL		0	0.021	...	0.006	0.021	0.002
VMU			0	...	0.050	0.047	0.014
...	...	...		...	...	...	...
TMI				...	0	0.224	0.080
UMN				...		0	0.123
FAP				...			0

Для обозначения элементов множества журналов используем соответствующие мнемонические коды с расшифровкой по мере необходимости, например, «AA» соответствует журналу «Алгебра и анализ», а «FAP» – «Функциональному анализу и его приложениям». Элементы матрицы вычислены по формуле (1) с учетом введенных обозначений.

Поскольку граф построен на множестве высокорейтинговых журналов каждой тематики, можно было заранее ожидать, что они имеют общих авторов, то есть ребер будет много. Действительно, граф G_{KJ}^{math} содержит 183 ребра из 190 возможных, то есть его плотность равна 0.96, и состоит из одной компоненты связности. Наиболее близкими являются «Труды Математического института имени В.А. Стеклова» (TMI) и «Успехи математических наук» (UMN), соответствующее значение выделено в матрице жирным шрифтом.

Распределение значений коэффициента близости аппроксимировано дискретной степенной функцией. На рис. 1 приведена диаграмма, показывающая количество ребер, попадающих в соответствующие полуинтервалы. Треть ребер имеет вес менее 0.01, а более половины ребер – менее 0.02.

количество ребер

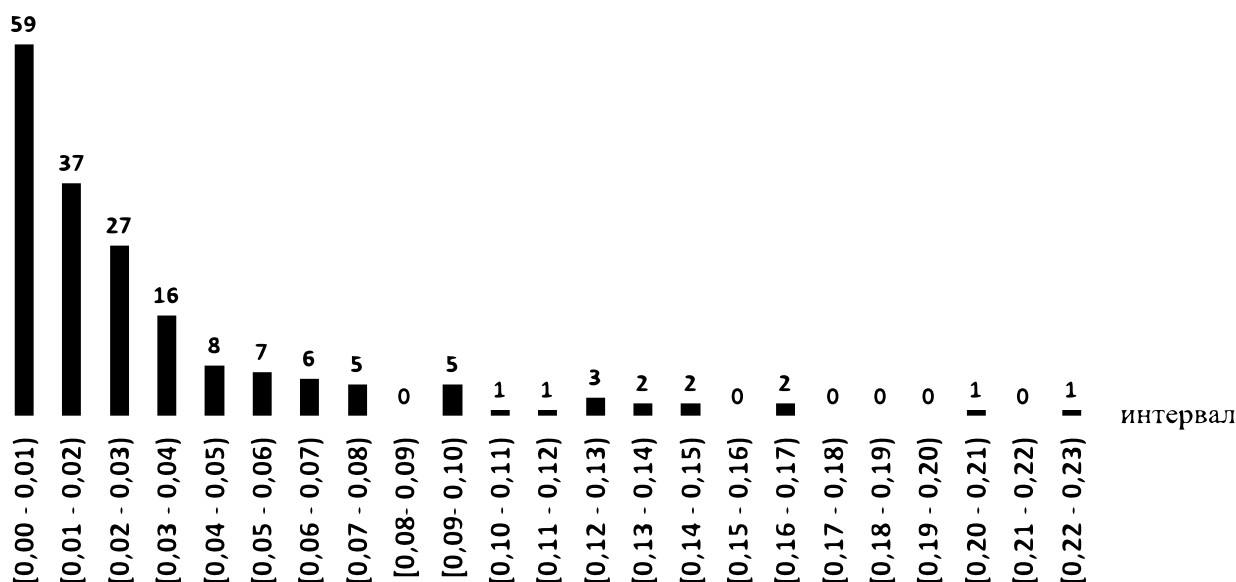


Рис. 1. Распределение количества ребер графа G_{KJ}^{math} по полуинтервалам весов

Fig. 1. Edge number distribution of graph G_{KJ}^{math} by half-intervals of weights

Перейдем к сравнительному анализу графов близости по данным, которые приведены в табл. 2.

Табл. 2. Сводные данные для сравнительного анализа графов**Table 2.** Aggregated data for comparative analysis of graphs

	Химия	История	Математика	Медицина	Физика
Исходные графы близости					
Сумма весов ребер	8.16	3.81	5.90	4.97	5.80
Кол-во ребер	190	169	183	190	190
Кол-во компонент	1	1	1	1	1
Модулярность	0.092	0.375	0.171	0.172	0.135
Кол-во сообществ	4	3	3	4	3
Графы близости: вес ребра ≥ 0.01					
Кол-во ребер	175	80	124	146	123
Кол-во компонент	1	1	1	1	1
Изолир. вершин	0	0	0	0	0
Модулярность	0.097	0.441	0.181	0.192	0.146
Кол-во сообществ	4	3	3	4	3
Графы близости: вес ребра > 0.04					
Кол-во ребер	53	32	59	27	50
Кол-во компонент	1	1	1	2	1
Изолир. вершин	3	1	1	3	4
Модулярность	0.232	0.518	0.232	0.404	0.237
Кол-во сообществ	3	3	3	5	6
Графы близости: вес ребра ≥ 0.1					
Кол-во ребер	13	4	13	5	10
Кол-во компонент	2	2	2	3	3
Изолир. вершин	8	14	9	13	9
Модулярность	0.520	0.339	0.340	0.552	0.438
Кол-во сообществ	4	2	4	3	5

Три графа тематик являются полными, граф по истории имеет наименьшее число ребер, а про граф по математике только что сказано выше. Однако суммарный вес ребер каждого графа показывает, что распределение весов в каждом случае свое.

Графики распределения весов ребер для пяти тематик на черно-белом рисунке выглядят неубедительно, поэтому мы выбрали несколько иной способ для наглядного представления.

Распределим все ребра графов по четырем группам (достаточно условно в смысле «сильные – слабые»): «сильные», $k_{ij} \geq 0.1$; «средние», $0.1 > k_{ij} \geq 0.04$; «слабые», $0.4 > k_{ij} \geq 0.01$; «очень слабые», $k_{ij} < 0.01$. Тогда результат сравнения тематик по распределению весов ребер можно проиллюстрировать диаграммой на рис. 2. Примечателен тот факт, что для всех тематик, кроме истории, наибольшее количество ребер входит в группу «слабые», однако в различных долях. «Сильные» ребра составляют малые доли в каждой тематике, при этом для медицины, а в особенности для истории, они совсем незначительны.

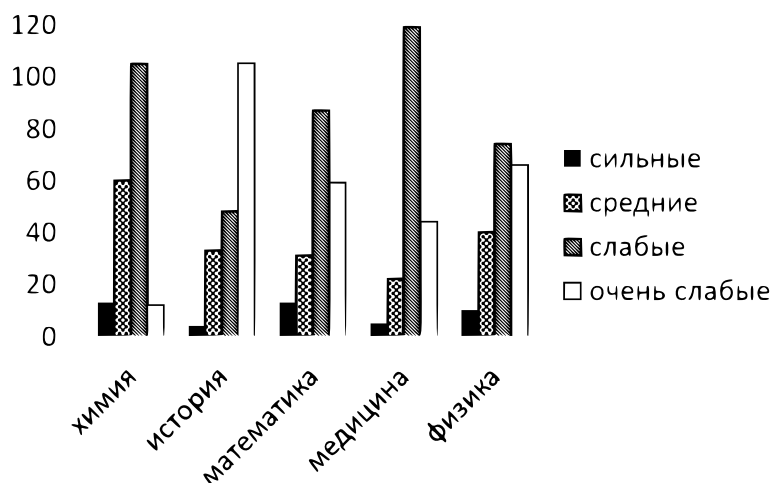


Рис. 2. Распределение количества ребер по тематикам и группам

Fig. 2. Edge number distribution by topics and groups

Перейдем к сравнению структуры графов, для чего, в частности, используем такие понятия, как сообщества и модулярность. Напомним, что модулярность – это одна из мер оценивания структуры сетей и графов; графы с высокой модулярностью имеют плотные связи между узлами внутри так называемых сообществ и слабые связи между узлами в различных сообществах. Значения коэффициентов модулярности Q по Ньюману [23] для исходных графов приведены в табл. 2 и показывают невысокие тенденции графов к разбиению (разбиение считается «хорошим», если Q больше 0.7). При этом в каждом случае мы имеем по три-четыре сформированных сообщества, объединение в которые можно интерпретировать содержательно. К примеру, одно из сообществ графа по математике содержит семь журналов, пять из которых издаются Математическим институтом имени В.А. Стеклова [17].

Теперь удалим в исходных графах все ребра, имеющие вес меньше 0.01. Для редуцированных графов значения основных характеристик приведены в табл. 2 в разделе «Графы близости: вес ребра ≥ 0.01 ».

Несмотря на то, что количество ребер в разных графах уменьшилось весьма различным образом, структурные характеристики графов практически не изменились: во всех случаях сохранились единственная компонента связности и количество сообществ при небольшом росте модулярности и уменьшении суммарного веса ребер.

Удалим из редуцированных графов все ребра, имеющие вес, меньший или равный 0.04; результаты приведены в табл. 2 в разделе «Графы близости: вес ребра > 0.04 ». Теперь наблюдаются существенные изменения, графы стали терять связность: везде появились изолированные вершины, в медицинском графе образовались две компоненты связности,

существенно уменьшился суммарный вес ребер. Модулярность существенно возросла, но количество сообществ (если не считать сообществами изолированные вершины) осталось почти тем же самым.

На последнем шаге рассмотрим графы, в которых оставлены только сильные ребра, то есть имеющие вес, больший или равный 0.1. В графах сохранились по две-три небольшие компоненты связности и от двух до пяти сообществ (см. раздел табл. 2 «Графы близости: вес ребра > 0.04 »).

Очевидно, что графы разных тематик ведут себя по-разному при удалении ребер. Однако можно заметить и сходство. Пусть каждый граф – это объект, описываемый набором признаков, являющихся характеристиками табл. 2. Кластеризация, например, по методу Варда [24] дает разбиение вида {(история), (математика и физика), (химия и медицина)}, что говорит об определенном сходстве структур связности журналов, входящих в одну группу и очевидном «выпадении» графа по истории.

Проблема выявления ключевых вершин в графах и сетях исследуется давно [25,26]. Показатели влиятельности вершин в графе связаны с индексами центральности, для вычисления которых существуют различные подходы и интерпретации. Очевидное ограничение этих подходов заключается в том, что центральность, подходящая для одного приложения, может быть неприемлема для другого. Отличная формальная иллюстрация этого утверждения на графе с десятью вершинами дает так называемый «воздушный змей Крэкхарда» [27]. Выбор подходящей меры центральности для графов близости журналов в перспективе будет актуальной задачей. В данной работе для сравнения структуры графов близости журналов нам достаточно такой характеристики важности вершин, как их вес. В свою очередь, вес вершины определим как сумму весов ребер, инцидентных данной вершине.

На рис. 3 приведены графики весов вершин для каждой тематики, когда вершины каждого графа упорядочены по убыванию веса.

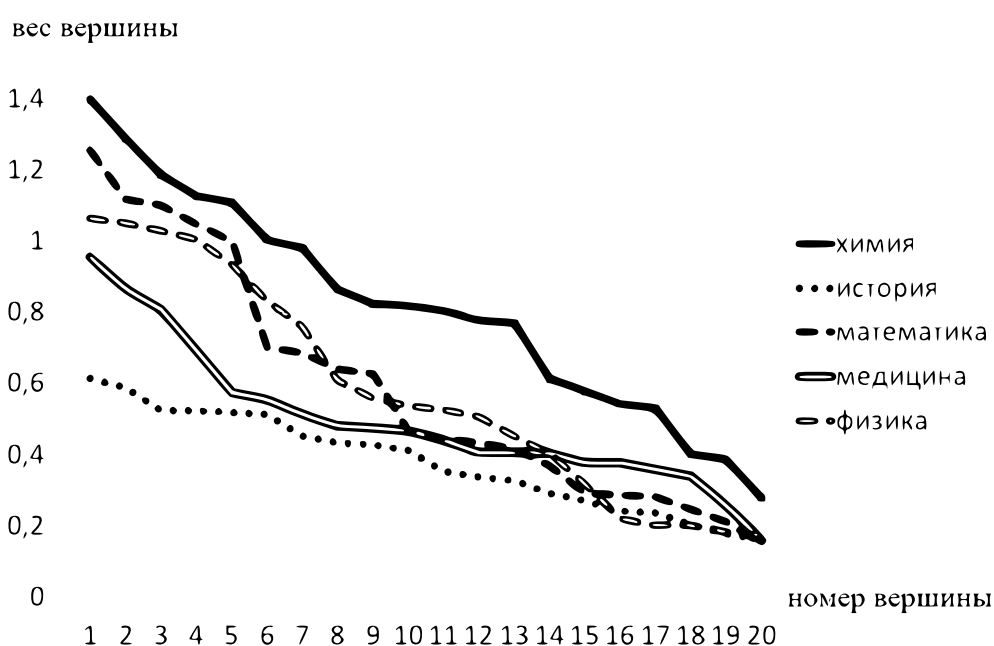


Рис. 3. Веса вершин по тематикам

Fig. 3. Node weights by topics

Отличия между различными тематиками очевидны. Функция весов по химии является для всех остальных функций ограничением сверху. Заметим, что все функции распределения весов вершин аппроксимированы линейными функциями.

4. Граф близости тематик

Перенесем описанный и использованный выше подход исследования графов близости тематик на исследование связей между тематиками. Для этого рассмотрим граф $G_{KJ}^{th} = G(T, L, K)$, который назовем графом близости тематик. Здесь

$$T = \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5\} \equiv \{chem, hist, math, med, phys\}$$

является множеством вершин графа, соответствующих исследуемым тематикам. Соответственно, $A(chem), \dots, A(phys)$ – это множества уникальных авторов, имеющих публикации в журналах данной тематики. Процедура построения таких множеств авторов очевидна.

Множество ребер определим, как и ранее, $L = \{\{i, j\} \mid A(t_i) \cap A(t_j) \neq \emptyset\}$, а множество весов ребер K вычислим по формуле (1) с точностью до обозначений.

Матрица смежности графа G_{KJ}^{th} задана следующим образом:

$$\begin{bmatrix} & chem & hist & math & med & phys \\ chem & 0 & 0.0024 & 0.0056 & 0.0021 & 0.0029 \\ hist & & 0 & 0.0012 & 0.021 & 0.002 \\ math & & & 0 & 0.0019 & 0.0255 \\ med & & & & 0 & 0.0114 \\ phys & & & & & 0 \end{bmatrix}.$$

На рис. 4 изображен граф G_{KJ}^{th} .

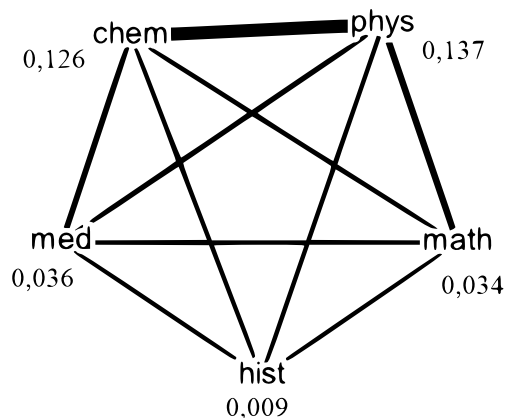


Рис. 4. Граф близости тематик

Fig. 4. Graph of topical proximity

Около названий вершин указан их вес, вычисленный как сумма весов ребер, инцидентных данной вершине, а толщина ребер примерно соответствует их весам.

К ожидаемым результатам относится сильная близость между химией и физикой, а также математикой и физикой.

Достаточно неожиданно выглядит наличие связей между историей и всеми четырьмя другими тематиками. Была проведена выборочная проверка некоторых авторов, чтобы

подтвердить наличие таких связей в виде реальных публикаций. В статьях [28, 29] можно видеть одного и того же автора, хотя первый журнал относится к тематике «Химия», а второй – к тематике «История. Исторические науки». В статьях [30, 31] мы также можем увидеть одного общего автора в журналах по истории и математике.

Заключение

Предложен подход к анализу сети журналов с использованием библиографического графа журнальных пересечений, основанного на бинарной операции пересечения множеств. Такой подход позволяет рассмотреть два уровня взаимодействия журналов, нижний из которых представляет собой отношения на множествах журналов, объединяемых в научные тематики, а верхний – отношения между тематиками, с использованием единых приемов и методов обработки исходных данных.

Подход продемонстрирован на относительно небольшом пилотном примере, однако он позволяет получить ряд результатов, свидетельствующих о перспективности его использования и возможностях его масштабирования.

К полученным результатам относятся:

- 1) примерные оценки численности ученых, занятых исследованиями в определенных научных тематиках, и возможность их сопоставления;
- 2) структура взаимодействия журналов данной тематики, учитывающая степень взаимодействия, с возможностями выявления компонент связности и сообществ, интерпретируемых содержательно, и ранжирования журналов;
- 3) структура взаимодействия научных тематик, показывающая степень их взаимовлияния через отношения между научными журналами и являющаяся в каком-то смысле прототипом «карты науки».

В техническом плане возможности масштабирования понятны как с точки зрения наращивания количества журналов по уже исследуемым тематикам, так и распространения подхода на другие тематики. Очевидно, что речь идет об исследованиях, базирующихся на данных РИНЦ, поскольку в России на сегодняшний день это единственная мощная библиографическая база, содержащая данные для таких исследований.

И вот здесь мы сталкиваемся с рядом вопросов, требующих дополнительного изучения и согласования. Во-первых, такая работа невозможна без согласия и участия РИНЦ. Во-вторых, нужны надежные и всеобъемлющие данные на достаточно длительном временном отрезке, который должен быть уточнен в процессе исследований как адекватный в случае значительного увеличения количества журналов и тематик. Вполне возможно также, что придется уточнять критерии отбора журналов, если мы хотим сохранить их одинаковое количество по тематикам. В-третьих, придется дополнять и развивать модель на уровне связей между тематиками, поскольку существует большое количество высокорейтинговых мульти- и междисциплинарных журналов (хороший пример – Вестник Российской академии наук).

Возвращаясь на позиции системного анализа, следовало бы попытаться определить цели национальной системы научных журналов России, но такая грандиозная задача, как было сказано ранее, выходит за рамки данной статьи.

В завершение используем цитату из [32]: «... Наука и ее коммуникационная подсистема обладают способностью самоорганизации, поэтому и вся наука, и сеть научных журналов имеют свою структуру, более сложную, чем насаждаемые извне кватили WoS или категории Перечня ВАК, и принципиально отличную от них. Научная политика и управление

наукой, которые не стремятся к выявлению и учету естественной структуры науки и структуры ее коммуникационной подсистемы, сформировавшихся за счет самоорганизации, а навязывают ими придуманные иерархические схемы, по сути своей базируются на ложных основаниях. Для минимизации вредного воздействия такой политики и такого управления науке приходится прилагать значительные усилия, направленные на поиск всевозможных обходных путей ...». Надеемся, что результаты, изложенные в данной работе, являются маленьким шагом к выявлению естественной структуры сети научных журналов России, способствующим формированию целей и поисков решений для их достижения.

Конфликт интересов. Результаты, опубликованные в этой работе, не содержат персональных данных, в том числе уникальных кодов, по которым можно идентифицировать авторов..

Conflicts of Interest. No personal data, including unique codes, that can be used to identify the authors were disclosed in the results reported in this study..

Литература

1. Новиков Д.А. Померяемся «Хиршами»? (Размышления о наукометрии) // Высш. обр. в России. 2015. № 2. С. 5–13.
2. Семенов Е.В. О возрождении национальной сети научных журналов // Управл. наукой: теор. и практ. 2023. Т. 5, № 4. С. 10–13.
3. Берталанфи Л. История и статус общей теории систем. В кн.: Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник. М.: Наука, 1973. С. 20–37.
4. ГОСТ Р 7.0.60-2020. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Издания. Основные виды. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2020. 46 с.
5. Бредихин С.В., Ляпунов В.М., Щербакова Н.Г. Библиометрические сети научных статей и журналов. Новосибирск: ИВМиМГ СО РАН, 2021. 334 с.
6. Российская государственная библиотека. Статистика печати. URL: <https://www.rsl.ru/ru/rkp/gos-bbu/statistika-pechati-li-spravochnaya-rabota>.
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. URL: <https://www.elibrary.ru>.
8. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. М.: Синтез, 2007. 668 с.
9. Fortunato S., Bergstrom C.T., Evans J.A., Helbing D., Milojević S., Petersen A.M., Radicchi F., Sinatra R., Uzzi B., Vespignani A., Waltman L., Wang D., Barabási A.-L. Science of science // Science. 2018. V. 359, No 6379. Art. 0185. <https://doi.org/10.1126/science.aao0185>.
10. Perianes-Rodriguez A., Waltman L., van Eck N.J. Constructing bibliometric networks: A comparison between full and fractional counting // J. Inform. 2016. V. 10, No 4. P. 1178–1195.
11. Malliaros F.D., Vazirgiannis M. Clustering and community detection in directed networks: A survey // Phys. Rep. 2013. V. 533, No 4. P. 95–142.
12. Leydesdorff L., Rafols I. Indicators of the interdisciplinarity in journals diversity, centrality and citations // J. Inform. 2011. V. 5, No 1. P. 87–100.

13. Бредихин С.В., Ляпунов В.М., Щербакова Н.Г. Структура сети цитирования научных журналов // Пробл. информ. 2017. № 2. С. 38–52.
14. RePEc. General principles. URL: <http://repec.org>.
15. Общероссийский портал Math-Net.Ru. URL: <https://www.mathnet.ru>.
16. Знаменская Е.А., Печников А.А., Чебурков Д.Е. Анализ Russian Science Citation Index с использованием данных Math-Net.ru // Электр. библ. 2023. Т. 26, № 6. С. 778–795.
17. Печников А.А. Граф журнального пересечения: определение, модификации и содержательный пример // УБС. 2025. Вып. 114. С. 122–137.
18. Levandowsky M., Winter D. Distance between sets // Nature. 1971. V. 234, No 5323. P. 34–35. <https://doi.org/10.1038/234034a0>.
19. Каталог журналов. URL: <https://www.elibrary.ru/titles.asp>.
20. Список журналов, входящих в базу данных RSCI. URL: https://elibrary.ru/project_rsci.asp.
21. О новом рейтинге журналов SCIENCE INDEX. URL: https://elibrary.ru/projects/science_index/ranking_info.asp.
22. «Белый список» научных журналов. URL: <https://journalrank.rcsi.science/ru/>.
23. Newman M.E.J. Modularity and community structure in networks // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 2006. V. 103, No 23. P. 8577–8582. <https://doi.org/10.1073/pnas.0601602103>.
24. Ward J.H., Jr. Hierarchical grouping to optimize an objective function // J. Am. Stat. Assoc. 1963. V. 58, No 301. P. 236–244. <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>.
25. Bonacich P. Factoring and weighting approaches to status scores and clique identification // J. Math. Sociol. 1972. V. 2, No 1. P. 113–120. <https://doi.org/10.1080/0022250X.1972.9989806>.
26. Freeman L.C. A set of measures of centrality based on betweenness // Sociometry. 1977. V. 40, No 1. P. 35–41. <https://doi.org/10.2307/3033543>.
27. Krackhardt D. Assessing the political landscape: Structure, cognition, and power in organizations // Adm. Sci. Q. 1990. V. 35, No 2. P. 342–369. <https://doi.org/10.2307/2393394>.
28. Азарова И.Н., Кучкина А.Ю., Барам Г.И., Гольдберг Е.Л. Предсказание объемов удерживания пептидов в градиентной обращенно-фазовой ВЭЖХ // Биоорган. хим. 2008. Т. 34, № 2. С. 171–176.
29. Гольдберг Е.Л., Купер К.Э., Слюсаренко И.Ю. Предварительные результаты использования метода вычислительной рентгеновской томографии для анализа археологических деревянных изделий // ПАЭАССТ. 2010. Т. 16. С. 176–180.
30. Оленченко В.В., Цибизов Л.В., Осипова П.С., Чаргынов Т.Т., Виола Б.Т., Колобова К.А., Кривошапкин А.И. Особенности применения 2D-электротомографии в пещерах // АЭАЕ. 2020. Т. 48, № 4. С. 67–74.
31. Мариненко А.В., Эпов М.И., Оленченко В.В. Решение прямых задач электротомографии для сред с высокопроводящими неоднородностями сложной формы на примере кустовой площадки месторождения // Сиб. журн. индустр. матем. 2019. Т. 22, № 1. С. 63–73.
32. Семёнов Е.В. Развитие сети научных журналов в России: стратегические, технологические и организационные вопросы // Соц. наука и соц. практик. 2023. Т. 11, № 3. С. 116–140.

References

1. Novikov D.A. Who is winning the H-index race? (Reflections on scientometrics). *Vyssh. Obraz. Ross.*, 2015, no. 2, pp. 5–13. (In Russian)
2. Semenov E.V. On the revival of the national network of academic journals. *Upr. Naukoi: Teor. Prakt.*, 2023, vol. 5, no. 4, pp. 10–13. (In Russian)
3. Von Bertalanffy L. The history and status of general systems theory. In: *Sistemnye issledovaniya. Metodologicheskie problemy. Ezhegodnik* [Systemic Studies. Methodological Problems. Yearbook]. Moscow, Nauka, 1973, pp. 20–37. (In Russian)
4. State Standard 7.0.60-2020. System of standards on information, librarianship, and publishing. Publications. Basic types. Terms and definitions. Moscow, Standartinform, 2020. 46 p. (In Russian)
5. Bredikhin S.V., Lyapunov V.M., Shcherbakova N.G. *Bibliometricheskie seti nauchnykh statei i zhurnalov* [Bibliometric Networks of Scientific Articles and Journals]. Novosibirsk, IVMi Sib. Otd. Ross. Akad. Nauk, 2021. 334 p. (In Russian)
6. Russian State Library. Printing statistics. (In Russian)
URL: <https://www.rsl.ru/ru/rkp/gos-bbu/statistika-pechati-li-spravochnaya-rabota>.
7. Scientific Electronic Library eLIBRARY. URL: <https://www.elibrary.ru>. (In Russian)
8. Novikov A.M., Novikov D.A. *Metodologiya* [Methodology]. Moscow, Sinteg, 2007. 668 p. (In Russian)
9. Fortunato S., Bergstrom C.T., Evans J.A., Helbing D., Milojević S., Petersen A.M., Radicchi F., Sinatra R., Uzzi B., Vespignani A., Waltman L., Wang D., Barabási A.-L. Science of science. *Science*, 2018, vol. 359, no. 6379, art. eaao0185. <https://doi.org/10.1126/science.aao0185>.
10. Perianes-Rodriguez A., Waltman L., van Eck N.J. Constructing bibliometric networks: A comparison between full and fractional counting. *J. Inform.*, 2016, vol. 10, no. 4, pp. 1178–1195. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.10.006>.
11. Malliaros F.D., Vazirgiannis M. Clustering and community detection in directed networks: A survey. *Phys. Rep.*, 2013, vol. 533, no. 4, pp. 95–142. <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2013.08.002>.
12. Leydesdorff L., Rafols I. Indicators of the interdisciplinarity of journals: Diversity, centrality, and citations. *J. Inform.*, 2011, vol. 5, no. 1, pp. 87–100. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.09.002>.
13. Bredikhin S.V., Lyapunov V.M., Shcherbakova N.G. The structure of the citation network of scientific journals. *Probl. Inf.*, 2017, no. 2, pp. 38–52. (In Russian)
14. RePEc. General principles. URL: <http://repec.org>.
15. Math-Net.Ru: All-Russian mathematical portal. URL: <https://www.mathnet.ru>. (In Russian)
16. Znamenskaya E.A., Pechnikov A.A., Chebukov D.E. Analysis of the Russian Science Citation Index according to Math-Net.ru data. *Electron. Bibl.*, 2023, vol. 26, no. 6, pp. 778–795. (In Russian)
17. Pechnikov A.A. Journal intersection graph: Definition, modifications, and a meaningful example. *UBS*, 2025, no. 114, pp. 122–137. (In Russian)

18. Levandowsky M., Winter D. Distance between sets. *Nature*, 1971, vol. 234, no. 5323, pp. 34–35. <https://doi.org/10.1038/234034a0>.
19. Journal Catalogue. URL: <https://www.elibrary.ru/titles.asp>. (In Russian)
20. RSCI list of journals. URL: https://elibrary.ru/project_rsci.asp. (In Russian)
21. About the new journals ranking system SCIENCE INDEX. (In Russian)
URL: https://elibrary.ru/projects/science_index/ranking_info.asp.
22. The “white list” of scientific journals. URL: <https://journalrank.rcsi.science/ru/>. (In Russian)
23. Newman M.E.J. Modularity and community structure in networks. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 2006, vol. 103, no. 23, pp. 8577–8582. <https://doi.org/10.1073/pnas.0601602103>.
24. Ward J.H., Jr. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. Am. Stat. Assoc.*, 1963, vol. 58, no. 301, pp. 236–244. <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>.
25. Bonacich P. Factoring and weighting approaches to status scores and clique identification. *J. Math. Sociol.*, 1972, vol. 2, no. 1, pp. 113–120. <https://doi.org/10.1080/0022250X.1972.9989806>.
26. Freeman L.C. A set of measures of centrality based on betweenness. *Sociometry*, 1977, vol. 40, no. 1, pp. 35–41. <https://doi.org/10.2307/3033543>.
27. Krackhardt D. Assessing the political landscape: Structure, cognition, and power in organizations. *Adm. Sci. Q.*, 1990, vol. 35, no. 2, pp. 342–369. <https://doi.org/10.2307/2393394>.
28. Azarova I.N., Kuchkina A.Yu., Baram G.I., Goldberg E.L. Prediction of peptide retention volumes in gradient reversed phase HPLC. *Russ. J. Bioorg. Chem.*, 2008, vol. 34, no. 2, pp. 156–161. <https://doi.org/10.1134/S1068162008020039>.
29. Goldberg E.L., Kuper K.E., Slyusarenko I.Yu. Preliminary results on the use of computational X-ray tomography for the analysis of archaeological wooden products. *PAEASST*, 2010, vol. 16, pp. 176–180. (In Russian)
30. Olenchenko V.V., Tsibizov L.V., Osipova P.S., Charginov T.T., Viola B.T., Kolobova K.A., Krivoschapkin A.I. Application of 2D electrical resistivity tomography in caves. *AEAE*, 2020, vol. 48, no. 4, pp. 67–74. (In Russian)
31. Marinenko A.V., Epov M.I., Olenchenko V.V. Solving direct problems of electrical resistivity tomography for media with high-conductivity irregular-shaped heterogeneities by an example of a multiple well platform. *J. Appl. Ind. Math.*, 2019, vol. 13, no. 1, pp. 93–102. <https://doi.org/10.1134/S1990478919010113>.
32. Semenov E.V. Developing a network of scientific journals in Russia: Strategic, technological, and organizational problems. *Sotsiol. Nauka Sots. Prakt.*, 2023, vol. 11, no. 3, pp. 116–140. (In Russian)

Информация об авторах

Андрей Анатольевич Печников, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Карельский научный центр Российской академии наук

E-mail: pechnikov@krc.karelia.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0683-0019>

Author Information

Andrey A. Pechnikov, Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor, Leading Researcher, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences

E-mail: *pechnikov@krc.karelia.ru*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0683-0019>

Поступила в редакцию 10.03.2025

Принята к публикации 17.04.2025

Received March 10, 2025

Accepted April 17, 2025