

УДК 519.7:004.738
DOI: 10.17223/19988605/56/12

А.А. Печников

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАУКОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖУРНАЛОВ MATH-NET.RU И ELIBRARY.RU

Для верификации официальных показателей научной результативности предлагается использовать интернет-площадки, объединяющие ученых в конкретной области знаний. Подход продемонстрирован для показателей журналов по математике eLibrary.ru и Math-Net.ru. Из нескольких рейтинговых оценок eLibrary.ru определена оценка, которая наилучшим образом соответствует показателям значимости в Math-Net.ru, тем самым давая инструментальное обоснование такого ранжирования в eLibrary.ru.

Ключевые слова: наукометрия; граф цитирования журналов; рейтинговые показатели; коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Сегодня научный уровень журнала, подтвержденный высоким значением некоторого «импакт-фактора», признанного государственными органами управления наукой как показатель результативности научной деятельности, прямо или косвенно определяет зарплаты, стимулирующие надбавки, карьерный рост и возможность получения грантов для большинства ученых. Как правило, в России и других странах используется «...семейство “импакт-факторов” (двухлетний и пятилетний импакт-фактор, различные их модификации), индекс Херфиндаля, а также многочисленные комбинации этих индикаторов, включая композитный Science Index» [1]. Вопрос о том, кому нужны институализированные методы формальной оценки результатов научной деятельности, рассмотрен в работе [2], где указаны четыре заинтересованных субъекта: государство в лице чиновников от науки, руководители научных организаций, организации и исследователи, специализирующиеся в области наукометрии, систематизации и распространения научной информации, и сами ученые. Причины заинтересованности у этих субъектов различные. Руководителям приходится заниматься оценкой индивидуальных и коллективных результатов подчиненных. Ученым «...например, вникая в новую для себя предметную область, полезно иметь в качестве ориентиров “объективные” характеристики приоритетов и трендов в этой области» [2]. Отмечается, что использование механизмов формальной оценки научной деятельности необходимо «...в сочетании с экспертизой в каком-то варианте» [2].

Об этом же говорится и в работе [3]: «...сопоставление научных журналов, основанное на наукометрических показателях, должно обязательно подтверждаться экспертной оценкой». В работе [4], посвященной системе Web of Science, указывается на «...необходимость привлечения экспертных групп в целях обеспечения полноты оценки научной деятельности».

В статье [5] вопрос об экспертных оценках ставится еще более жестко: «...я вообще не уверен, что существующее интуитивное знание, формирующее мнение экспертного сообщества о российских экономических журналах, нужно замещать какими-то формальными рейтингами».

Следует учитывать, что сама процедура коллективной экспертной оценки (чего бы то ни было) является очень непростой, зачастую трудоемкой и затратной. Например, тот или иной принцип подбора экспертов или алгоритм определения результирующих экспертных оценок зачастую вызывают не меньшие дискуссии (в любой области человеческой деятельности), чем импакт-факторы, используемые «государством в лице чиновников от науки». Примером такой работы (и дискуссий) является экспертная оценка качества российских научных журналов с целью выделения лучших журналов в РИНЦ и размещения их в базе данных Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science [6].

В данной работе мы поставим вопрос несколько иначе. В качестве основы для экспертной оценки официальных показателей предлагается использовать уже имеющиеся интернет-площадки, неформально и добровольно объединяющие ученых в некоторой области знаний и обладающие достаточно большим объемом информации о публикациях и цитированиях по данной теме. Если у нас есть официальные показатели результативности научной деятельности и некая интернет-площадка, то основной вопрос заключается в том, может ли она служить средством для верификации показателей, признанных органами управления наукой?

Для математических наук в России в качестве такой интернет-площадки был взят Общероссийский математический портал Math-Net.ru (<http://www.mathnet.ru>), который начинался в 2006 г. как инновационный проект Математического института им. В.А. Стеклова РАН. В настоящее время он является известным веб-ресурсом, предоставляющим российским и зарубежным математикам большие возможности в поиске информации о математической жизни в России.

Портал Math-Net.ru был выбран как объект исследования несколькими причинами. Первая из них заключается в том, что в Math-Net.ru каждому автору статьи присваивается уникальный идентификатор базы данных [7], что позволяет находить список его публикаций по коду, а не поиском по фамилии, как в некоторых других библиографических ресурсах. Это обеспечивает высокую достоверность построенных моделей.

Вторая причина заключается в том, что журналы Math-Net.ru составляют большую (и наиболее значимую) часть журналов по математике, имеющих ненулевой рейтинг Science Index Научной электронной библиотеки eLibrary.ru.

Кроме этого, в работе мы показываем с использованием индекса Херфиндаля, что журналы Math-Net.ru обладают двумя очень важными, на наш взгляд, свойствами, характеризующими высокую репутацию данного ресурса: отсутствие монополизации статей и ссылок.

Индекс Херфиндаля (*HHI*), точнее, индекс Херфиндаля–Хиршмана [8], используемый, например, при корректировке Science Index в eLibrary.ru [9], является экономическим показателем оценки степени монополизации отрасли. В eLibrary.ru этот показатель служит для оценки распределения ссылок на статьи из данного журнала, опубликованные в других журналах. Мы будем рассматривать его в несколько ином качестве для определения степени концентрации распределения статей и ссылок между журналами. Используем определение индекса *HHI* применительно к концентрации распределения публикаций между странами [10]. Пусть n – общее количество стран, а $S_1, S_2, \dots, S_n$ – отношение количества публикаций страны i ($i \in 1 \dots n$) к общему количеству публикаций. Тогда

$$HHI = S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_n^2. \quad (1)$$

Значение *HHI* выше 0,25 указывает на высокую концентрацию, между 0,15 и 0,25 – на умеренную, ниже 0,15 – просто на концентрацию, а ниже 0,1 – уже на высокую конкуренцию [11].

В экономике результат расчета индекса *HHI* часто дополняется коэффициентом концентрации конкуренции *CR*. Пусть D_i – доля продаж i -го продавца в объеме реализации рынка. Упорядочим фирмы по убыванию объема продаж и зафиксируем первые k из них (как правило, этот показатель рассчитывается для трех-четырех крупнейших продавцов). Тогда

$$CR_k = D_1 + D_2 + \dots + D_k. \quad (2)$$

Далее с использованием *HHI* и CR_k определяется несколько типов рынка. Часто используется случай $k = 3$ [12]:

- 1) высококонцентрированный: $0,7 < CR_3 \leq 1$ и $0,2 < HHI \leq 1$;
- 2) умеренно концентрированный: $0,45 < CR_3 \leq 0,7$ и $0,1 < HHI \leq 0,2$;
- 3) низкоконтрированный: $CR_3 \leq 0,45$ и $HHI \leq 0,1$.

Далее с использованием индекса *HHI* и коэффициента *CR* показано отсутствие монополизации статей и ссылок в Math-Net.ru.

Был построен граф цитирования журналов для Math-Net.ru, позволяющий вычислить такие формальные характеристики вершин графа, как PageRank и собственный вектор центральности, и принять их в качестве показателей значимости журналов. Для eLibrary.ru с помощью предоставлен-

ных ресурсом возможностей получены такие показатели этих же журналов, как ScienceIndex и средняя оценка по результатам общественной экспертизы.

Для тех и других показателей выполнен анализ корреляционных связей, показывающий сильную положительную статистическую взаимосвязь для ряда из них, что позволяет сделать вывод о возможности использования данных Math-Net.Ru для верификации некоторых показателей eLibrary.ru в области математики.

1. Данные Math-Net.Ru

Информационная система Math-Net.ru индексирует списки литературы и хранит их в базе данных в структурированном виде [7]. Списки литературы всех публикаций объединены в одну таблицу базы данных Microsoft SQL, в которой в отдельных колонках хранятся данные об авторе, названии, годе, томе, страницах цитируемой публикации. Каждой индивидуальной ссылке соответствует одна запись в таблице. Такой подход, в частности, позволяет с помощью запроса сформировать требуемую нам базу данных цитирования журналов с записями вида:

<цитирующий журнал> <цитирующая статья> <цитируемый журнал> <цитируемая статья>.

Данные о статьях, в свою очередь, имеют поля, позволяющие точно идентифицировать список авторов, название, год, страницы и т.д. База на дату исследования содержит более 264 тысяч записей, в которых цитирующие статьи датируются с 1936 по 2019, а цитируемые – с 1866 по 2019 гг. Около 90 тысяч записей относятся к случаям «журнального самоцитирования», когда в статье, опубликованной в некотором журнале, цитируется статья, ранее опубликованная в этом же журнале. В [13] утверждается, что самоцитирование журналов требует исключения из индексов цитирования. Мы считаем, что самоцитирование журналов, как и самоцитирование авторов, является особой формой публикационной научной коммуникации и требует внимательного изучения, но это выходит за рамки данной работы. Здесь мы ограничились изучением случая без самоцитирования.

Таким образом, в выборке из базы цитирования были оставлены только записи, содержащие статьи, которые цитируют и / или которые цитируются в статьях других журналов, входящих в Math-Net.ru. Выборка содержит 114 678 статей, опубликованных в 180 журналах. Общее количество сделанных между ними ссылок превышает 173 тысячи. При этом 106 журналов имеют как входящие, так и исходящие ссылки, 7 журналов не имеют исходящих ссылок, а 67 – входящих.

Из 180 рассматриваемых журналов, проиндексированных в Math-Net.ru, по классификации eLibrary.ru более 85% относится к тематике «математика», а остальные к тематикам «информатика», «кибернетика» и «автоматика и вычислительная техника». Ряд журналов относится сразу к нескольким из этих тематик.

Из 86 журналов, имевших в 2018 г. ненулевой показатель Science Index в eLibrary.ru, 59 входят в Math-Net.ru. В первую десятку с наибольшим Science Index по тематике «математика» входят 9 журналов Math-Net.ru, а в первые 50 журналов входят 46 из них.

В табл. 1 приводится выборка из общего списка для первой восьмерки и двух последних журналов. Здесь представлены показатели количества статей, количества цитирований, сделанных на другие журналы, и количества цитирований данного журнала; журналы упорядочены по убыванию количества статей.

Далее проводим вычисления по формуле (1), полагая для журналов Math-Net.ru в качестве S_i количество статей в i -м журнале, $n = 1 \dots 180$, и получаем $HNI = 0,030$, что не только является признаком отсутствия концентрации, но и указывает на высокую конкуренцию.

Для вычислений по формуле (2) считаем, что D_i – это доля статей i -го журнала в общем количестве статей в Math-Net.ru. Три крупнейших по публикациям журнала («Математические заметки», «Теоретическая и математическая физика» и «Доклады Академии наук») дают в сумме 19 948 статей, откуда $CR_3 = 0,174$. Это позволяет сделать вывод о низкой концентрации публикаций в Math-Net.ru.

Таблица 1

Показатели количества статей и цитируемости для некоторых журналов Math-Net.Ru

n	Название журнала	Количество статей (S_i)	Количество цитирований других журналов	Количество цитирований журнала
1	Математические заметки	7 033	11 198	11 814
2	Теоретическая и математическая физика	6 495	7 506	3 823
3	Журнал вычислительной математики и математической физики	6 418	7 134	6 775
4	Успехи математических наук	5 795	20 875	15 260
5	Математический сборник	5 678	14 406	17 329
6	Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики	4 036	1 966	1 617
7	Известия высших учебных заведений. Математика	4 023	5 485	5 391
8	Известия Российской академии наук. Серия математическая	3 551	11 423	10 196
	...	...	...	...
179	Theory of Stochastic Processes	99	1	197
180	Вестник российских университетов. Математика	16	2	48

С использованием формул (1), (2) был исследован вопрос о концентрации ссылок. Пусть в формуле (1) S_i – количество ссылок, сделанных на статьи, опубликованные в i -м журнале. Получаем $CR_3 = 0,294$, а $HNI = 0,0514$.

Если же принять S_i как количество ссылок, сделанных со статей, опубликованных в i -м журнале, то получаем $CR_3 = 0,268$, а $HNI = 0,041$.

Концентрации ссылок не наблюдается ни в том ни в другом случае, скорее, если ориентироваться только на HNI , можно даже говорить об определенной конкуренции журналов (хотя содержательная трактовка конкуренции в этом случае затруднительна).

Таким образом, множество журналов Math-Net.ru, занимающих в eLibrary.ru самые высокие позиции в своей области, не является монополизированным ни по количеству статей, ни по количеству взаимных ссылок между журналами.

2. Граф цитирования журналов Math-Net.ru и его характеристики

Естественным способом моделирования связей между журналами является его представление в виде ориентированного графа, в котором журналы соответствуют вершинам, а отношения цитирования – дугам [14].

Обозначим граф цитирования журналов Math-Net.ru как $G_{cj}(M, E, W)$, где M – множество вершин, соответствующих журналам, E – множество (направленных) дуг, связывающих пары вершин $(i, j) \in M$, если существует хотя бы одна ссылка со статьи из журнала i на статью в журнале j , W – множество весов дуг. Вес дуги $(i, j) \in M$ равен количеству ссылок, сделанных статьями из журнала i на статьи журнала j . Соответствующие выборки из базы данных цитирования позволяют:

1) сформировать множество M и связанный с ним массив журналов, цитируемых и / или цитирующих журналы из Math-Net.ru (без учета самоцитирования), содержащий идентификаторы и названия 180 журналов, $|M| = 180$;

2) построить множество E , содержащее 4 751 дугу;

3) построить множество W , в котором наименьший вес дуги равен 1, а наибольший – 4 114.

Связность графа G_{cj} очевидна по построению. Максимальная компонента сильной связности одержит 106 вершин. Остальные 74 вершины являются висячими, т.е. содержат только входящие или только исходящие дуги, причем 7 из них не имеют входящих дуг, а 67 – исходящих.

Отсутствие исходящих дуг в графе во всех случаях имеет содержательное объяснение и не всегда касается только реального отсутствия ссылок с этих журналов на другие журналы Math-Net.ru.

В ряде случаев журналы не зарегистрированы на портале, и поэтому ссылки с них не проиндексированы в системе. Есть случаи, связанные с техническими проблемами, когда пристатейные списки невозможно обработать автоматически, как в случае «Докладов Академии наук». Есть и содержательные объяснения: например, журнал «Успехи химии», зарегистрированный на портале, имеет более 500 входящих ссылок и ни одной исходящей. Можно предположить, что работы «на стыке» математики и химии чаще публикуются в математических журналах, чем в специализированном журнале по химии, с чем и связан такой дисбаланс.

Исключим из рассмотрения висячие вершины и построим граф G_{cj}^{SCC} , равный максимальной компоненте сильной связности графа G_{cj} . Он содержит 106 вершин и 3 956 дуг, веса которых находятся в интервале от 1 до 3 538. Диаметр графа равен 4, средняя длина пути 1,702. Плотность графа (по дугам, без учета их весов) равна 0,355. Распределение степеней вершин ближе к линейному, чем к степенному [15]. Если рассматривать взвешенные степени вершин с учетом веса дуг, то в результате аппроксимации получаем степенное распределение с показателем, равным 1,53.

Все эти характеристики отличают G_{cj}^{SCC} от известных моделей случайных графов, например от модели Барабаши–Альберт [16], основанной на принципе предпочтительного присоединения, когда с новой вершины ссылки преимущественно делаются на вершины, уже имеющие много ссылок. Поэтому принцип предпочтительного присоединения в качестве объяснения появления ссылок не может рассматриваться в данном случае. Этот результат косвенно подтверждает отсутствие в Math-Net.ru эффекта монополизации ссылок, показанного ранее.

Значимость вершин для ориентированного графа можно определить различными способами, и каждый из них требует содержательной интерпретации. Оценка PageRank (PR) дает возможность сравнить относительную «важность» вершин графа по аналогии с важностью веб-страниц [17]. Содержательная интерпретация значимости вершин по PR в графе G_{cj}^{SCC} может быть следующей: если представить себе некоего «ученого-серфера», бесконечное число раз перемещающегося от одного журнала к другому по пристатейным ссылкам, то с наибольшей вероятностью он будет попадать на журнал с наибольшим значением PR . Например, вероятность попадания «серфера» на «Математический сборник» в 75 раз больше, чем на журнал с наименьшим PR в нашем графе.

Таблица 2

Значения PR и EC для некоторых журналов Math-Net.ru, входящих в G_{cj}^{SCC}

Название журнала	PR	EC
Математические заметки	0,979	0,072
Теоретическая и математическая физика	0,874	0,025
Журнал вычислительной математики и математической физики	0,973	0,035
Успехи математических наук	1,000	0,106
Математический сборник	0,994	0,107
Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики	0,554	0,018
Известия высших учебных заведений. Математика	0,959	0,029
Известия Российской академии наук. Серия математическая	0,973	0,075
...	...	...
Вестник российских университетов. Математика	0,018	0,001
Theory of Stochastic Processes	0,013	0,001

Значимость вершин может быть определена и как степень их влиятельности с использованием собственного вектора центральности – Eigenvector Centrality (EC) [18]. Высокая степень влиятельности вершины в графе G_{cj}^{SCC} означает, что журнал связан со многими журналами, также имеющими высокие степени влиятельности. В табл. 2 приведены значения PR и EC для журналов из табл. 1.

3. Показатели журналов в eLibrary.ru

Научная электронная библиотека eLibrary.ru представляет собой гигантское хранилище электронной информации о 12 миллионах публикаций российских авторов, а также о цитировании этих публикаций для более чем 6 000 российских журналов.

Как уже было сказано, несмотря на кажущуюся малочисленность, рассматриваемые в статье журналы Math-Net.ru по математике занимают здесь существенное место. Значительно меньшее представительство журналов Math-Net.ru – всего 17 из 180 – наблюдается по тематикам «автоматика и вычислительная техника», «информатика» и «кибернетика»: от 12 до 15% с низким представительством в первой десятке (от 1 до 3 журналов). При этом 9 из указанных 17 журналов позиционируют себя и по тематике «математика». Отметим для полноты картины, что среди 180 журналов Math-Net.ru есть еще 6 журналов по тематике «физика» и 2 многопрофильных журнала, которые формально не относятся к широкому направлению «математика, компьютерные и информационные науки».

Для последующего сравнения и анализа с полученными ранее значениями *PR* и *CE* журналов Math-Net.ru было выбрано два показателя журналов eLibrary.ru: показатель в рейтинге Science Index (*SI*) и средняя оценка по результатам общественной экспертизы (*PEX*).

Методика расчета *SI* описана в [9], основой для ее расчета является пятилетний импакт-фактор с поправками на принадлежность журнала не более чем к трем из десяти предложенных направлений рубрикатора. Кроме того, делается корректировка результатов с учетом индекса Херфиндаля–Хиршмана. Процедура экспертной оценки качества российских научных журналов описана в [6].

Для сбора данных использовались базовые возможности eLibrary.ru, в частности раздел «Сравнение библиометрических показателей российских научных журналов» (https://elibrary.ru/titles_compare.asp) с соответствующей настройкой параметров (тематика, показатель *SI* или *PEX* и 2018 г.). По некоторым журналам, отсутствующим в соответствующих выборках, выполнялись поиск по наименованию и просмотр данных об их публикационной активности. В табл. 3 приводятся значения *SI* и *PEX* для журналов из табл. 1.

Таблица 3

Значения *SI* и *PEX* для некоторых журналов Math-Net.ru

Название журнала	<i>SI</i>	<i>PEX</i>
Математические заметки	3,098	3,807
Теоретическая и математическая физика	1,480	3,683
Журнал вычислительной математики и математической физики	4,022	3,817
Успехи математических наук	7,696	3,888
Математический сборник	3,529	3,888
Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики	3,953	3,918
Известия высших учебных заведений. Математика	2,058	3,249
Известия Российской академии наук. Серия математическая	4,321	3,871
...	...	...
Theory of Stochastic Processes	0	0
Вестник российских университетов. Математика	0	0

Первоначально полная таблица значений *SI* и *PEX* журналов Math-Net.ru была сформирована для всех 180 журналов, но затем она была подвергнута следующим корректировкам:

1. Из таблицы были удалены все журналы, которые не вошли в граф G_{cj}^{SCC} , поскольку далее предполагается сравнение показателей *SI* и *PEX* с показателями *EC* и *PR*, которые вычислены именно для этого графа. Осталось 106 журналов.

2. Удалено 6 журналов, относящихся по терминологии eLibrary.ru к тематике «физика», а значит, имеющих другие критерии оценки *SI* и *PEX*, нежели журналы по математике. Осталось 100 журналов.

3. Удалено 8 зарубежных журналов, поскольку они имеют нулевые показатели *SI* и *PEX*. Осталось 92 журнала.

4. Удалено 27 российских журналов, не имеющих оценок показателя *SI*. Осталось 65 журналов.

Проверка выборок *SI* и *PEX* на нормальность распределения результатов дает отрицательный ответ, то же самое можно сказать и о распределении показателей *CE* и *PR*. Наиболее близкое к нормальному распределению показывает *PEX* – со средним значением 2,8 и дисперсией 0,57. Показатель *CE* имеет ярко выраженное равномерное распределение со средним значением 0,5 и дисперсией 0,08.

4. Статистическая взаимосвязь показателей Math-Net.ru и eLibrary.ru

Коэффициенты ранговой корреляции, в отличие от традиционного коэффициента линейной корреляции Пирсона, позволяют успешно обнаруживать нелинейные зависимости, не требуют предположения о нормальном распределении выборки и более устойчивы к ошибкам измерения в реальных данных [19]. Поэтому для анализа корреляционных связей показателей PR , EC , с одной стороны, и SI , PEX – с другой, был использован ранговый коэффициент Спирмена.

В основу метода положен принцип нумерации значений статистического ряда. Каждому элементу совокупности присваивается порядковый номер в ряду, который упорядочен по уровню признака (например, по убыванию). Таким образом, ряд значений признака ранжируется, а номер каждого элемента будет его рангом. Пусть n – количество наблюдаемых значений признака, x_i – ранг i -го элемента первого статистического ряда, y_i – ранг i -го элемента второго статистического ряда, а d_i – разность между рангами.

Тогда ранговый коэффициент Спирмена равен

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}.$$

Коэффициент ρ принимает значения от -1 (строго обратная связь) до $+1$ (строго прямая связь), 0 показывает, что признаки независимы. Чем ближе $|\rho|$ к единице, тем более сильной является связь между измеряемыми величинами. Связь принято считать сильной, если $|\rho| \geq 0,7$, средней силы – для $0,5 < |\rho| \leq 0,69$. Критические значения α для рангового коэффициента Спирмена определяются из соответствующей таблицы, например [20].

В нашем случае коэффициент Спирмена был вычислен для пар переменных $\rho(PR, SI)$, $\rho(PR, PEX)$, $\rho(EC, SI)$ и $\rho(EC, PEX)$, а результаты сведены в табл. 4.

Таблица 4

Значения коэффициента Спирмена

ρ	SI	PEX
EC	0,665	0,661
PR	0,696	0,760

Как видно из табл. 4, наибольшее значение имеет коэффициент $\rho(PR, PEX)$, что свидетельствует о сильной положительной статистической взаимосвязи результатов, полученных для оценки PageRank в Math-Net.ru и средней оценки по результатам общественной экспертизы eLibrary.ru.

Положительная статистическая взаимосвязь средней силы наблюдается и для остальных трех случаев. Заметим также, что взаимосвязи EC с SI и PEX несколько ниже, чем те же взаимосвязи для PR .

Заключение

Основной вопрос исследования заключался в том, может ли интернет-площадка, объединяющая ученых в некоторой области знаний, и сопутствующая этому объединению база публикаций в значимых журналах по данной теме служить основой для верификации наукометрических показателей, признанных органами управления наукой? В более узкой постановке этот же вопрос формулируется так: насколько показатели журналов, получаемые с помощью данных математического портала Math-Net.ru, соответствуют наукометрическим показателям Научной библиотеки eLibrary.ru.

Работа основана на анализе взаимоцитирования множества из 180 журналов Math-Net.ru, содержащего в себе ядро из 59 ведущих математических журналов России в области фундаментальной и прикладной математики, подтверждаемое также их высокими позициями в eLibrary.ru. Определение степени концентрации распределения статей и ссылок между журналами в Math-Net.ru с помощью индекса Херфиндаля–Хиршмана показало отсутствие концентрации как таковой, т.е. журналы, обладающие малыми «долями» в общем количестве статей и ссылок на них, занимают важное место.

В качестве показателей значимости журналов Math-Net.ru были вычислены PageRank и собственный вектор центральности. Соответственно, из eLibrary.ru для этих же журналов были получены ScienceIndex и средняя оценка по результатам общественной экспертизы.

Было проверено наличие статистической связи между показателями значимости Math-Net.ru и показателями eLibrary.ru, показавшими сильную положительную статистическую взаимосвязь PageRank и средней оценки по результатам общественной экспертизы.

Результаты выполненного исследования позволяют сделать два основных вывода:

1) использование данных математического портала Math-Net.ru дают возможность из нескольких рейтинговых оценок eLibrary.ru определить такую оценку, которая наилучшим образом соответствует показателям значимости Math-Net.ru, давая инструментальное обоснование такого ранжирования в eLibrary.ru;

2) поскольку в качестве наилучшей рейтинговой оценки eLibrary.ru выявлена средняя оценка по результатам общественной экспертизы, можно говорить о ее определенной успешности, подкрепляемой сравнением с ранжированием в Math-Net.ru.

Благодарности. Автор выражает благодарность всем разработчикам проекта Math-Net.ru и Дмитрию Евгеньевичу Чебукову, заведующему информационно-издательским сектором Математического института им. В.А. Стеклова РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рубинштейн А.Я., Слуцкий Л.Н. «Multiway data analysis» и общая задача ранжирования журналов // Прикладная экономика. 2018. Т. 50. С. 90–113.
2. Новиков Д.А. Померяемся «Хиршами»? (размышления о наукометрии) // Высшее образование в России. 2015. № 2. С. 5–13.
3. Третьякова О.В. К вопросу об импакт-факторе научного журнала и методиках его формирования // Вопросы территориального развития. 2014. № 5 (15). URL: <http://vtr.isert-ran.ru/article/1412>
4. Мельникова Е.В. Современное состояние системы индексации и цитирования Web of Science: базы данных, индексы // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2018. Т. 10, № 1 (40). С. 93–101.
5. Рубинштейн А.Я. Ранжирование российских экономических журналов: научный метод или «игра в цифры»? // Журнал Новой экономической ассоциации. 2016. № 2 (30). С. 162–175.
6. Экспертная оценка качества российских научных журналов. URL: https://www.elibrary.ru/expert_titles_terms.asp (дата обращения: 12.01.2021).
7. Chebukov D., Izaak A., Misyurina O., Pupyrev Yu., Zhizhchenko A. Math-Net.Ru as a digital archive of the Russian mathematical knowledge from the XIX century to today // Lecture Notes in Comput. Sci. 2013. V. 7961. P. 344–348.
8. Hirschman A.O. The Paternity of an Index // Am. Econ. Rev. 1964. № 54 (5). P. 761–762.
9. Методика расчета интегрального показателя научного журнала в рейтинге ScienceIndex. URL: elibrary.ru/help_title_rating.asp (дата обращения: 08.01.2021).
10. Chen D.Z., Lee Y.Y. Longitudinal analysis of mechanism and machine theory: Geospatial productivity, journal citation networks, and researcher communities // Journal of Mechanical Design. 2016. V. 138, № 3. DOI: 10.1115/1.4032397
11. Horizontal Merger Guidelines // U.S. Department of Justice and Federal Trade Commission. 2010. URL: www.ftc.gov/sites/default/files/attachments/merger-review/100819hmg.pdf (accessed: 08.01.2021).
12. Коцопана Т.В., Стажкова П.С. Сравнительный анализ применения показателей концентрации на примере банковского сектора РФ // Вестник СПбГУ. Сер. 5. Экономика. 2011. № 4. С. 30–40.
13. Heneberg P. From Excessive Journal Self-Cites to Citation Stacking: Analysis of Journal Self-Citation Kinetics in Search for Journals, Which Boost Their Scientometric Indicators // PLoS ONE. 2016. № 11 (4). e0153730. DOI: 10.1371/journal.pone.0153730
14. Бредихин С.В., Ляпунов В.М., Щербакова Н.Г. Структура сети цитирования научных журналов // Проблемы информатики. 2017. № 2 (35). С. 38–52.
15. Newman M.E.J. Power laws, Pareto distributions and Zipf's law // Contemporary Physics. 2005. V. 46, № 5. P. 323–351.
16. Barabasi L.-A., Albert R., Jeong H. Scale-free characteristics of random networks: the topology of the world-wide web // Physica. 2000. V. A281. P. 69–77.
17. Brin S., Page L. The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine // Computer Networks and ISDN Systems. 1998. № 30. P. 107–117.
18. Щербакова Н.Г. Аксиоматика центральности в комплексных сетях // Проблемы информатики. 2015. № 3 (28). С. 3–14.
19. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Теория вероятностей и прикладная статистика. 2-е изд. М. : Юнити, 2001. 656 с.
20. Critical Values of the Spearman's Ranked Correlation Coefficient. URL: ru.scribd.com/document/392256411/TABEL-RANK-SPEARMAN-spearman-ranked-correlation-table-docx (accessed: 11.01.2021).

Pechnikov A.A. (2021) COMPARATIVE ANALYSIS OF SCIENTOMETRICS INDICATORS OF JOURNALS MATH-NET.RU AND ELIBRARY.RU. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika* [Tomsk State University Journal of Control and Computer Science]. 56. pp. 112–121

DOI: 10.17223/19988605/56/12

The formal performance indicators of scientific activity, recognized by science governing bodies, directly or indirectly determine salaries, incentives, career advancement and grant opportunities for most scientists. Despite constant criticism against the governing bodies, it is they who approve these indicators, while other stakeholders (heads of institutes, universities and foundations, scientists themselves) are forced to agree with these indicators, and even adapt to them.

In Russia and other countries, a family of impact factors is used as indicators. They are formed on the basis of data obtained from large online platforms that take into account mutual citation of papers. Moreover, most researchers dealing with this problem agree that assessments of the activities of organizations, scientific journals and scientists themselves, based on scientometric indicators, must be confirmed by expert evaluations. Note that the collective expert evaluation procedure itself is very complicated, often time-consuming and costly, and is also subject to criticism.

As a basis for expert evaluation of official indicators, this paper proposes the use of existing Internet platforms, informally and voluntarily uniting scientists in a specific field of knowledge and possessing a sufficiently large amount of information on papers and citations on a given topic. If we have official performance indicators of scientific activities and a certain Internet platform, then the main question becomes, can such platform serve as a means for verifying indicators recognized by science governing bodies?

This approach is demonstrated by comparing the indicators of scientific journals in the field of mathematics and some areas of its application. The Science Index and the average score based on public examination conducted by scientific e-library eLIBRARY.RU served as official indicators. The features of All-Russian mathematical portal Math-Net.Ru were used to form an expert assessment.

It is shown that Math-Net.Ru journals make up a significant part of mathematics journals in eLIBRARY.RU. Moreover, many Math-Net.Ru journals have such important properties as absence of monopolization of articles and references in Math-Net.Ru, which is behind the high reputation of this online resource.

For the constructed citation graph of Math-Net.Ru journals, indicators such as Page Rank and eigenvector centrality, measuring the significance of vertices, corresponding to the journals in the graph, were calculated.

Further, Spearman's rank correlation coefficient was used to analyze the correlation between Math-Net.Ru indicators and eLIBRARY.RU indicators. It showed that Page Rank in Math-Net.Ru has a strong positive statistical correlation with the average score obtained from public examination conducted by eLIBRARY.RU.

The outcome of the research suggests that the use of data obtained from mathematical portal Math-Net.Ru allows to determine (from several eLIBRARY.RU rankings) such an assessment that best matches the significance indicators in Math-Net.Ru, thereby providing an instrumental justification for such eLIBRARY.RU ranking.

Keywords: scientometrics; journal citation graph; rating indicators; Spearman ranked correlation.

PECHNIKOV Andrey Anatolievich (Doctor of Technical Science, Associate Professor, Chief Research Associate, Head of the Laboratory for Telecommunications Systems, Institute of Applied Mathematical Research Karelian Research Centre of RAS, Petrozavodsk, Russian Federation).

E-mail: pechnikov@krc.karelia.ru

REFERENCES

1. Rubinstein, A. & Slutskin, L. (2018) "Multiway data analysis" and the general problem of journals' ranking. *Prikladnaya ekonometrika – Applied Econometrics*. 50. pp. 90–113.
2. Novikov, D.A. (2015) Compete by "Hirsch's"? *Vysshee obrazovanie v Rossii – Higher Education in Russia*. 2. pp. 5–13.
3. Tretyakova, O.V. (2014) On the issue of the impact factor of a scientific journals and methods of its formation. *Voprosy territorial'nogo razvitiya – Territorial development issues*. 5(15). [Online] Available from: <http://vtr.isert-ran.ru/article/1412>
4. Melnikova, E.V. (2018) Sovremennoe sostoyanie sistemy indeksatsii i tsitirovaniya Web of Science: bazy dannykh, indeksy [Current situation within citation-indexing system web of science: data bases, indexes]. *Territoriya novykh vozmozhnostey. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i servisa*. 10(1). pp. 93–101.
5. Rubinstein, A.Y. (2016) Ranking of Russian Economic Journals: The Scientific Method or "Numbers Game"? *Zhurnal Novoy ekonomicheskoy assotsiatsii – Journal of the New Economic Association*. 2(30). pp. 162–175.
6. Elibrary.ru. (n.d.) *Ekspertnaya otsenka kachestva rossiyskikh nauchnykh zhurnalov* [Expert evaluation of Russian academic journals]. [Online] Available from: elibrary.ru/expert_titles_terms.asp (Accessed: 12th January 2021).
7. Chebukov, D., Izaak, A., Misyurina, O., Pupyrev, Yu. & Zhizhchenko, A. (2013) Math-Net.Ru as a digital archive of the Russian mathematical knowledge from the XIX century to today. *Lecture Notes in Comput. Sci.* 7961. pp. 344–348. DOI: 10.1007/978-3-642-39320-4_26
8. Hirschman, A.O. (1964) The Paternity of an Index. *American Economic Review*. 54(5). pp. 761–762. DOI: 10.4236/as.2018.95041

9. Elibrary.ru. (n.d.) *Metodika rascheta integral'nogo pokazatelya nauchnogo zhurnala v reytinge ScienceIndex* [Methodology for calculating the integral indicator of a scientific journal in the Science Index rating]. [Online] Available from: elibrary.ru/help_title_rating.asp (Accessed: 8th January 2021).
10. Chen, D.Z. & Lee, Y.Y. (2016) Longitudinal analysis of mechanism and machine theory: Geospatial productivity, journal citation networks, and researcher communities. *Journal of Mechanical Design*. 138(3). DOI: 10.1115/1.4032397
11. U.S. Department of Justice and Federal Trade Commission. (2010) *Horizontal Merger Guidelines*. [Online] Available from: www.ftc.gov/sites/default/files/attachments/merger-review/100819hmg.pdf (Accessed: 8th January 2021).
12. Kotsofana, T. & Strazhkova, P. (2011) Comparative analysis of concentration indicators application: a case of Russian banking sector. *Vestnik SPbGU. Ser. 5. Ekonomika – St. Petersburg University Journal of Economic Studies*. 4. pp. 30–40.
13. Heneberg, P. (2016) From Excessive Journal Self-Cites to Citation Stacking: Analysis of Journal Self-Citation Kinetics in Search for Journals, Which Boost Their Scientometric Indicators. *PLoS ONE*. 11(4). e0153730. [Online] Available from: 10.1371/journal.pone.0153730
14. Bredikhin, S.V., Lyapunov, V.M. & Shcherbakova, N.G. (2017) Struktura seti tsitirovaniya nauchnykh zhurnalov [The structure of citation network of scientific journals]. *Problemy informatiki – Problems of Informatics*. 2(35). pp. 38–52.
15. Newman, M.E.J. (2005) Power laws, Pareto distributions and Zipf's law. *Contemporary Physics*. 46(5). pp. 323–351. DOI: 10.1080/00107510500052444
16. Barabasi, L.-A., Albert, R. & Jeong, H. (2000) Scale-free characteristics of random networks: the topology of the world-wide web. *Physica*. A281. pp. 69–77. DOI: 10.1016/S0378-4371(00)00018-2
17. Brin, S. & Page, L. (1998) The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine. *Computer Networks and ISDN Systems*. 30. pp. 107–117. DOI: 10.1016/S0169-7552(98)00110-X
18. Shcherbakova, N.G. (2015) Aksiomatika tsentral'nosti v kompleksnykh setyakh [Axiomatics of centrality in complex networks]. *Problemy informatiki – Problems of Informatics*. 3(28). pp. 3–14.
19. Ayyvazyan, S. & Mkhitarian, V. (2001) *Teoriya veroyatnostey i prikladnaya statistika* [Probability Theory and Applied Statistics]. 2nd ed. Moscow: Yuniti.
20. ru.scribd.com. (n.d.) *Critical Values of the Spearman's Ranked Correlation Coefficient*. [Online] Available from: ru.scribd.com/document/392256411/TABEL-RANK-SPEARMAN-spearman-ranked-correlation-table-docx (Accessed: 11th January 2021).