

Обработка данных о публикационной активности автора в составе авторского коллектива с учетом квартилей журналов

Рассматриваются результаты краткого исследования информативности известного и простого в применении наукометрического индекса цитирования Хирша (оценки публикационной активности автора), показаны его достоинства и недостатки. Представлены как альтернатива два новых индекса цитирования: 1) трехмерный A -индекс, вычисляемый с учетом вклада авторского коллектива и квартилей журналов; 2) одномерный N -индекс, равный псевдонорме A -индекса. Для удобства сравнения публикационной активности автора на множестве всех (учитываемых) авторов введены соответствующие отношения порядка. Все предлагаемые индексы просты в использовании, включают, как часть, привычную для научного сообщества методику Хирша и одновременно «на порядок» информативнее последнего.

Ключевые слова: обработка данных, публикационная активность, индекс Хирша, новые информативные индексы цитирования, эффективность оценивания

DOI: 10.36535/0548-0027-2020-11-4

ИНДЕКС ХИРША

Наукометрический числовой показатель цитирования индекс Хирша (или h -индекс) предложен в 2005 г. американским физиком аргентинского происхождения Хорхе Хиршем (J.E. Hirsch) из Калифорнийского университета (Сан Диего, США) для оценки публикационной активности ученых-физиков [1]. Этот индекс выражает количественную характеристику продуктивности учёного (или группы учёных, или научной организации, или даже страны в целом) и исчисляется на основе количества публикаций и количества цитирования (в любых изданиях) публикаций этого учёного. Из-за простоты вычисления и необходимости хоть как-то количественно оценивать работу ученых со стороны чиновников, индекс Хирша распространился на публикационную деятельность всех научных направлений.

Излишнее внимание к количественной стороне научного творчества порождает определенные проблемы, в частности, стимулирует неоправданное самоцитирование, тиражирование публикаций (пересказ прежних статей без новых результатов – самоплагиат), использование подчиненных сотрудников и учеников для искусственного повышения индекса цитирования учёного.

Индекс Хирша вычисляется просто: если h статей учёного из их общего числа N_p цитируются h (или более) раз каждая, и каждая из оставшихся $N_p - h$ статей цитируется менее (или ровно) h раз, то h -индекс учёного равен (натуральному) числу h (если же нет статей или ссылок на них, то $h=0$).

Считается, что с помощью индекса Хирша оценивается «ядро цитирования» (в интуитивном его понимании) или «ядро публикационной активности учёного». Он формируется через Интернет на основе свободных в доступе наукометрических баз публикационных данных (например, Google Scholar, Elibrary.ru, ADS NASA), а также на основе платных баз данных (Scopus, Web of Science и др.) [2–6].

Индекс Хирша не оптимален для своих же целей, его недостатки отмечены в основополагающей статье самого учёного [1]. Главный недостаток этого показателя в том, что соотношение h -индексов учёных зачастую не соответствует их вкладу в развитие соответствующей отрасли науки (подразумевается, что чем больше h -индекс, тем больше вклад или «вес» учёного в развитии его отрасли науки).

Например, если бы h -индекс существовал во времена Э. Галуа, то его h -индекс был бы равен 4, а h -индекс А. Эйнштейна в 1906 г. – всего лишь 5, несмотря на очень высокий показатель цитирования его произведений в 1905 г. [7] и одновременно значительный вклад обоих гениев в развитие науки! Известны и обратные примеры, но... «об отсутствующих или хорошо или ничего».

Положительные стороны h -индекса также очевидны: простота вычисления, доступность данных и «в первом приближении» неплохая оценка публикационной активности учёного. При этом имеется в виду, что, как говорил Британский Премьер У. Черчилль, «демократия – наихудшая форма правления, если не считать всех остальных». (Заметим, что этот известный афоризм красив, но внутренне противоречив. В са-

мом деле, отношение «наихудшая» – это бинарное отношение и «не считать всех остальных» просто нельзя!)

Недостатки количественной оценки вклада ученого в науку, предложенной Х. Хиршем, породили *многочисленные* предложения по её улучшению и на основе методики Хирша, и на других принципах (см., например, [8–18], и особо работу Л. Вальтмана и Н.Й. ван Экка [19]. Еще почти четыре десятка работ с различными предложениями по модернизации идеи Хирша или «удаленными» от неё нововведениями в библиометрию можно найти на сайте [20]).

В настоящей работе предлагаются два новые индекса: 1) трехмерный *A*-индекс, вычисляемый с учетом вклада авторского коллектива и квартилей журналов и 2) одномерный *N*-индекс, равный (по определению) некоторой псевдонорме *A*-индекса. Новизна этой идеи (по сравнению с идеей Х. Хирша) достигается за счет введения в рассмотрение новых понятий – так называемых «хвоста» и «подвала» цитирования.

Оба предлагаемых нами индекса, сохраняя идею Хирша о «ядре цитирования» работ ученого, а также простоту и наглядность оценки, на порядок превосходят классический *h*-индекс по *качеству* оценки вклада (или влияния) ученого в развитие соответствующей отрасли науки на основе данных о цитировании его работ (корреляция «чем больше публикаций, тем больше вклад ученого» сомнению здесь не подвергается).

Одновременно, для удобства сравнения публикационной активности автора, на множестве всех (учитываемых) авторов мы вводим соответствующие отношения порядка, с помощью которых строим *количественную оценку* вклада ученого в развиваемую им отрасль, по значению этой оценки (кому-то) удобно «ранжировать» представителей науки.

Эти качества – преимущество простоты вычисления и «прозрачности» индекса Хирша при одновременной на порядок более высокой объективности оценки вклада ученого в его отрасль науки – выгодно отличают предлагаемые нами процедуры от упомянутых в работах [8–20].

A-ИНДЕКС ЦИТИРОВАНИЯ

Введем необходимые определения, данные для алгоритмов, и дадим некоторые комментарии.

Определение 1. Расположим все статьи автора *NN* списком сверху вниз по мере убывания числа ссылок на его статьи (цитирования) в журналах, включенных в Перечень ВАК, и в более «высоких» базах данных – Scopus, Web of Science. Статьи с одинаковым числом цитирований расположим в любом порядке. Получим список под условным названием «*P*-список» публикаций автора *NN* с общим числом работ N_p (по определению $N_p > 0$).

Представим *P*-список в виде таблицы или (квадратной) матрицы (которую назовем *P*-таблицей или *P*-матрицей). По построению у *P*-матрицы «по вертикали» располагаются все статьи (удобнее, если статьи просто пронумеровать) автора *NN*, вошедшие в *P*-список, а по «горизонтали» в каждой строке, соответствующей выбранной статье, стоит отметка о ци-

тировании (такие отметки также удобно пронумеровать) соответствующей статьи каким-то автором в каком-то журнале (более конкретной информации, кто именно и где именно, не требуется).

Размерность такой *P*-матрицы есть $N_p \times M_p$, где число работ N_p определено ранее, а M_p – число цитирований первой статьи автора в журнале, который входит в одну из учитываемых в данном случае баз цитирования.

Ячейку (элемент *P*-матрицы) на пересечении вертикальной (о статьях) и горизонтальной (о цитировании) информации назовем непустой, а другие ячейки, для которых подобная информация отсутствует, – пустыми.

Непустую ячейку (элемент) матрицы заполним числом 1 (единицей), пустую ячейку заполним числом 0 (нулем).

С каждой цитируемой статьей (стоящей на *i*-ом месте в *P*-списке) свяжем пару чисел $p_i = (n_i, Q_i)$, где n_i – число авторов *i*-й статьи, Q_i – квартиль журнала, в котором была опубликована статья.

Журналам из международных баз данных присваивают, как известно, один из четырех квартилей: $Q_1 = 1$, $Q_2 = 2$, $Q_3 = 3$, $Q_4 = 4$. Если журнал из какой-то базы (например, из Перечня ВАК) не имеет квартиля, то присвоим ему квартиль Q_4 .

По **Определению 2 «ядро цитирования»** *A*-индекса – это квадратная таблица размером $h \times h$, где сторона *h* соответствует (численно равна) индексу Хирша. При этом «физические» размерности (или измерения) сторон квадрата разные: первое *h* – это число статей, второе *h* – минимальное число цитирований каждой из статей, и хотя бы одна статья имеет ровно *h* цитирований.

По **Определению 3 «рубеж цитирования»** – это (достаточно большое) число Δ (имя – по определению), являющееся предельным для «полновесного» учета числа цитирований той или иной статьи. Если число цитирований статьи превысило число Δ , то эти превышающие число Δ цитирования входят в зачет *A*-индекса с коэффициентом $k < 1$. В настоящей работе, в ее алгоритмической части, мы предлагаем $k = 0,5$.

Для чего вводится «рубеж цитирования»? Дело в том (так уж сложилось в научном сообществе), что, начиная с некоторого «предельного» числа цитирований возникает своего рода «мода» на автора, на цитирование его статей по соответствующей теме (или по соответствующей статье).

Ученые (в особенности молодые) считают престижным сослаться именно на известного, «модного» автора, придавая тем самым определенный «вес» своим работам. Такая «мода» в свое время была, например, на цитирование работ (произведений) В.И. Ульянова (Ленина), Ж.А. Пуанкаре, А.Н. Колмогорова, А.С. Пушкина.

Сегодня наиболее цитируемые авторы – это относительно небольшая группа лауреатов Нобелевской премии, а также группа быстро прогрессирующих специалистов в разных областях науки; их

имена, списки их публикаций можно легко найти в Интернете (сохраняя при этом определенный скептицизм по отношению к разным классификационным спискам).

Анализируя ситуацию, в том числе принимая во внимание метазакон Мерфи – «чем больше ты на публике, тем больше тебя приглашают», – можно считать обоснованным введение такого предельного числа Δ в определении и продвижении A -индекса цитирования.

Исходя из анализа открытых индексов цитирования ученых, мы предлагаем положить «рубеж цитирования» состоящим из двух частей:

часть А. Если индекс $h \leq 50$, то вводится (фиксированный) рубеж цитирования $\Delta = 100$;

часть В. Если индекс $h > 50$, то вводится (плавающий) рубеж цитирования $\Delta = 2h$.

ЗАМЕЧАНИЕ. В части А фигурирует индекс $h \leq 50$, для которого вводится (фиксированный) рубеж цитирования $\Delta = 100$. Заметим, что индекс Хирша в 50 единиц – это очень высокий показатель. Достаточно посмотреть на индексы Хирша (размещенные в Интернете) российских ученых – членов РАН или членов Американской академии наук.

И одновременно без h -индекса более 50 трудно рассчитывать на кафедру, к примеру, в МИТ.

По **Определению 4 «хвост списка цитирования»** – это часть P -таблицы, у которой «по вертикали» расположены только статьи (или их номера), названия которых входят в ядро цитирования, а по «горизонтالي» в каждой строке, соответствующей выбранной статье, – числа цитирований автора в журналах без учета цитирований, уже вошедших в ядро, т.е. единицы в соответствующих ячейках матрицы.

По **Определению 5 «подвал списка цитирования»** – это таблица, у которой «по вертикали» расположены все статьи (или их номера), названия которых не вошли в ядро цитирования, но при этом каждая такая статья имеет ровно h цитирований, а «по горизонтали» – все цитирования этих упомянутых статей (h штук единиц).

Итак, пусть «ядро» цитирования, квадратная таблица размером $h \times h$, сформировано.

По **Определению 6** положим (знак умножения – точка, и множитель 1 сохранены в формулах (1) – (3) для понимания «физического смысла» вводимых определений):

$$S_0 = \sum_{i=1}^h (5 - Q_i) \cdot \frac{1}{n_i} \cdot 1 \cdot h; \quad (1)$$

$$S_1 = \sum_{i=1}^h (5 - Q_i) \cdot \frac{1}{n_i} \cdot 1 \cdot (H_i - h) + k(5 - Q_i) \cdot \frac{1}{n_i} \cdot 1 \cdot (H_i - \Delta), \quad (2)$$

где H_i – число цитирований i -й статьи в «хвосте» (или число единиц в соответствующей i -й строке

P -матрицы), при этом если для какого-то i значение $H_i \leq \Delta$, то для этого i в формулу (2) входит только одно левое слагаемое, а если значение $H_i > \Delta$, то для этого i в формулу (2) входят оба слагаемых;

$$S_2 = \sum_{i=1}^r (5 - Q_i) \cdot \frac{1}{n_i} \cdot 1 \cdot h, \quad (3)$$

где r – число статей в «подвале» списка цитирования.

ЗАМЕЧАНИЕ. Прокомментируем формулы (определения) (1) – (3). Единица в формулах – это собственно одно цитирование i -й статьи, входящей либо в «ядро», либо в «хвост», либо в «подвал» списка цитирования. Множитель справа от 1 – это число всех цитирований i -й статьи, входящих либо в «ядро» (формула (1)), либо в «хвост» (формула (2)), либо в «подвал» (формула (3)). Коэффициент k (нами рекомендован $k = 0,5$) в формуле (2) снижает «долю цитирования» в $1/k$ раз.

Множитель $\frac{1}{n_i}$ – это вклад автора в работу коллектива (напомним, коллектив авторов i -й статьи состоит из n_i человек, вклад каждого автора считается равным, по определению).

Заметим также, что если вклад авторов в написание статьи неодинаков (что бывает нередко) и авторы хотят разделить этот вклад неравномерно (что бывает редко), то эта ситуация обрабатывается следующим образом: в формулу (3) вместо множителя $\frac{1}{n_i}$ вносится множитель $k = k_j$, где j – номер автора в коллективе из n_i человек с номерами $1, 2, \dots, n_i$, соответственно, при этом сумма коэффициентов вклада $k_1 + k_2 + \dots + k_{n_i} = 1$.

Множитель $(5 - Q_i)$ – это коэффициент увеличения «доли цитирования» за счет более высоких квартилей журналов, в которых была напечатана i -я статья.

Возвращаясь к продуктивной (по крайней мере, для многочисленных администраторов науки) идее «квадрата Хирша» размером $h \times h$ или «площадью» h^2 , формула (1) определяет «площадь» взвешенного аналога квадрата Хирша, а формулы (2) и (3) – это аналоги «площадей» взвешенных квадратов, но для «хвоста» и «подвала» списка цитирования, соответственно.

После такого разъяснения следующее определение выглядит естественным.

По **Определению 7** A -индекс (или индекс A) публикационной активности ученого, рассчитанной на основе анализа цитирований его научных публикаций с учетом вклада авторского коллектива и квартиля журнал, где была опубликована статья, есть упорядоченная тройка (натуральных) чисел

$$A = (a, p, q), \quad (4)$$

где компоненты определяются (и вычисляются) по следующим правилам:

$$a = \left[\sqrt{S_0} \right], \quad (5)$$

$$p = \left[\sqrt{S_1} \right], \quad (6)$$

$$q = \left[\sqrt{S_2} \right], \quad (7)$$

символ $[...]$ в правых частях формул (5) – (7) – это обозначение стандартной функции целой части числа, заключенной в этих квадратных скобках, например, $[7,7]=7$.

A -индекс позволяет дать количественную и качественную взвешенную оценку ядра списка цитирования и его «окружения» в виде «хвоста» и «подвала», но тройка чисел (4) психологически трудно воспринимается (неподготовленным пользователем).

В связи с этим для удобства сравнения публикационной активности ученых (обозначим её $A(NN)$ для ученого NN), например, с целью поддержания финансирования работ или кадрового роста персонала, введем одномерный псевдонормированный индекс.

Определение 8. Положим, что одномерный псевдонормированный индекс

$$\delta = [M] = \left[\sqrt{a^2 + p^2 + q^2} \right], \quad (8)$$

в формуле (8) символ из двух квадратных скобок $[...]$ – снова, как и в формулах (5) – (7), стандартная функция целой части числа.

Тогда следующее определение становится «прозрачным».

Определение 9. Для двух ученых NN_1 и NN_2 с A -индексами их публикационной активности $A_1 = (a_1, p_1, q_1)$ и $A_2 = (a_2, p_2, q_2)$ и псевдонормированными индексами δ_1 и δ_2 , соответственно, положим:

$$A(NN_1) > A(NN_2) \stackrel{def}{\Leftrightarrow} \begin{cases} \delta_1 > \delta_2, \\ \delta_1 = \delta_2 \wedge h_1 > h_2, \\ \delta_1 = \delta_2 \wedge h_1 = h_2 \wedge p_1 > p_2, \\ \delta_1 = \delta_2 \wedge h_1 = h_2 \wedge p_1 = p_2 \wedge q_1 > q_2. \end{cases} \quad (9)$$

(В формуле (9) символ конъюнкции \wedge – это обозначение союза «и», связывающего соседние высказывания более слабо.

В противном случае, публикационные активности авторов считаются одинаковыми: $A(NN_1) = A(NN_2)$.

ЗАМЕЧАНИЕ. С целью детализации информации индексы a, p, q, δ можно вычислять с точностью до десятых долей.

АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ A -ИНДЕКСА

Приведем алгоритм вычисления A -индекса, давая при необходимости пояснения и осознавая одновременно его простоту. (Мы не вдаемся здесь в формальную сторону дела, определяя различные виды сложности, а, значит, и простоты: битовую, арифметическую, временную и др.; по поводу «сложностей» можно посмотреть, например, [21]). Простота алгоритма здесь видна.

1. Начало алгоритма. Представим все статьи автора NN в виде P -таблицы.

2. По P -таблице формируем P -матрицу необходимой размерности и заполняем ее ячейки надлежащим образом единицами и нулями.

3. В P -матрице из общего числа N_p выделяем h статей, на каждую из которых приходится h или более цитирований, а на каждую из оставшихся $N_p - h$ статей приходится h или менее цитирований.

Следовательно, индекс Хирша автора NN равен h . И, следовательно, сформировано ядро A -индекса – квадрат $h \times h$.

4. Формируем «хвост» и «подвал» списка цитирования.

5. Вычисляем параметры a, p, q по формулам (5) – (7).

6. Формируем A -индекс автора NN по формуле (4).

7. Формируем δ -индекс автора NN по формуле (8).

8. Конец алгоритма.

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА НОВЫХ ИНДЕКСОВ

Представленные далее утверждения являются простыми следствиями определений, однако их явная формулировка позволяет быстрее оценить некоторые свойства предложенного нами метода.

Утверждение 1. Новая методика сохраняет преемственность методики Хирша.

Доказательство. В самом деле, достаточно взглянуть на определения, данные в виде формул (4) – (7), и проследить «физическую сущность» этих определений в виде сторон взвешенных квадратов ядра индекса Хирша и сопутствующих квадратов «хвоста» и «подвала» списка (что один для одного автора) цитирования.

Утверждение 2. Если все учитываемые в нашем исследовании статьи написаны одним автором, опубликованы в журналах 4-го квартиля, то для такого автора $a = h$, где h – индекс Хирша. Для такого случая $\delta \geq h$.

Утверждение 3. В подвале «ядра» списка цитирования не может быть статей с числом цитирований больше, чем h .

Доказательство. В самом деле, в противном случае либо эта статья была бы уже учтена в ядре цитирования, либо «ядро» имело бы размеры $s \times s$, при $s > h$, что противоречит его определению.

Определение 10. Будем считать, что индекс X (где синтаксическая переменная X может принимать значения $X = a, p, q, A, \delta$) устойчив в области D (где синтаксическая переменная D может принимать значения $D = \text{«ядро»}, \text{«хвост»}, \text{«подвал»}$), если никакие одно-два-три «случайных» цитирования (но-

вых или старых) статей автора из области D не может с большой долей вероятности изменить значение индекса X .

В противном случае индекс X неустойчив в области D .

Будем считать, что индекс X глобально устойчив, если он устойчив при всех значениях переменной D .

Тезис 1. Индексы a, p, q – устойчивые характеристики в своих областях; индекс δ – глобально устойчивая характеристика, более устойчивая, нежели индекс Хирша.

Доказательство. В самом деле, нетрудно посчитать классические (статистические) вероятности изменения характеристик a, p, q, δ при одном и двух «случайных» цитированиях (новых или старых) статей автора из области D и убедиться в относительно небольших значениях этих вероятностей.

Из определения 8 (что дано в виде формулы (8)) и проведенных (гипотетических) подсчетов вытекает, что индекс δ на порядок устойчивее (при интуитивном понимании «порядка») индекса Хирша.

ЗАМЕЧАНИЕ. Читатели (они же авторы), без сомнения, отметили свойство устойчивости индекса Хирша на своем личном опыте.

Тезис 2. Индекс A на порядок информативнее индекса Хирша.

Этот тезис (равно, как и заключительную часть тезиса 1) нельзя доказать строго. Для его математического доказательства нужно дать строгие определения «информативности» и «объективности», ввести и проанализировать их порядки. Это, в любом случае, спорная тема, и потому здесь не рассматривается.

Одновременно можно не строго, а на содержательном уровне обосновать этот тезис, основываясь на принципах интуиционистской математики (основы которой можно почерпнуть, например, в работах [22–24]). Вспомним здесь и высказывание Д. Пойа: «Конечно, будем учиться доказывать, но будем также учиться догадываться» [25].

Нельзя не согласиться, что информация, вошедшая в «хвост» и «подвал» ядра списка цитирования, важна для общей оценки публикационной активности автора и, как следствие, его (автора) кадровых, должностных перспектив (конечно, при наличии других, не менее важных характеристик). Одновременно, если не учитывать такую информацию, то существенно сужается общее представление об ученом, точнее, о количестве и качестве его публикаций.

В таких оценках более «мелкой» информацией, не вошедшей в «хвост» и «подвал» списка цитирования, можно пренебречь.

ПРИМЕРЫ

Проиллюстрируем обоснованность претензий A -индекса на большую объективность в оценке публикационной активности автора по сравнению с индексом Хирша при сопоставимой простоте вычисления.

ПРИМЕР 1. Автор NN_1 опубликовал 30 работ. Каждая из них написана им одним; 10 статей опубликованы в журналах 3-го квартиля и имеют по 10 цитиро-

ваний каждая; остальные 20 работ опубликованы в журналах 4-го квартиля и имеют по 5 цитирований.

Каков индекс публикационной активности автора NN_1 ?

Нетрудно видеть, что индекс Хирша ученого NN_1 есть число $h_1 = 10$. Посчитаем активность ученого по предложенной в настоящей статье методике. Получим $A = (14, 0, 0)$, $\delta = 14$. Таким образом, индекс Хирша автора увеличился за счет «взвешенного» анализа, но общий вклад автора в его отрасль остался без изменений.

ПРИМЕР 2. Автор NN_2 опубликовал 30 работ, из них 10 статей – в журналах 3-го квартиля, написаны в соавторстве с еще двумя авторами и имеют по 10 цитирований каждая; остальные 20 работ написаны в соавторстве с одним коллегой, опубликованы в журналах 4-го квартиля и имеют по 10 цитирований.

Каков индекс публикационной активности автора NN_2 ?

Нетрудно видеть, что индекс Хирша ученого NN_2 есть $h_2 = 10$.

Посчитаем активность ученого по предложенной в настоящей статье методике. Получим что $A = (8, 24, 10)$, $\delta = 27$. Таким образом, индекс Хирша автора уменьшился за счет «взвешенного» анализа, но общий его вклад в отрасль науки увеличился почти в 3,5 раза!

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая работа – попытка отойти от принятых шаблонов и схем в оценке деятельности научных и педагогических работников и, особенно, в оценке перспектив ученого или педагога. В этом контексте настоящая статья примыкает к публикации [26].

По нашему мнению, учет всей совокупности информации, вошедшей в «ядро», «хвост» и «подвал» ядра списка цитирования, существенно расширяет общее представление о публикационной активности ученого, как в количественном, так и в качественном ее аспектах, по сравнению с методикой Хирша. Если такая информация не учитывается, то это существенно сужает общее представление о публикационной активности ученого, как в количественном, так и в качественном ее аспектах. Другой информацией, как видится, можно пренебречь.

Однако, бесспорно, эта информация будет более точной, если её скорректировать, как предложено в настоящей работе, по каждой статье с учетом научного вклада и коллектива авторов статьи, и квартиля журнала, где она была опубликована.

* * *

Автор выражает благодарность Кристине Валентиновне Мироновой, кандидату технических наук, ведущему специалисту крупной IT-компании, за полезные советы при написании настоящей работы, за просмотр и анализ обширной интернет-информации по интересовавшему вопросу, а также редактирование текста статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hirsch J.E. An index to quantify an individual's scientific research output // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2005. – Vol. 102, № 46. – P. 16569-16572.
2. Google Scholar. – 2020. – URL: <https://scholar.google.com/> (дата обращения: 21.06.2020)
3. Elibrary.Ru, Научная Электронная Библиотека. – 2020. – URL: <https://elibrary.ru/> (дата обращения: 21.06.2020)
4. Astrophysics data system (ADS NASA). – 2020. – URL: <http://adsabs.harvard.edu/> (дата обращения: 22.06.2020)
5. Bar-Ilan J. Which h-index? – A comparison of WoS, Scopus and Google Scholar // Scientometrics. – 2007. – Vol. 74, № 2. – P. 257–271.
6. Рейтинг науковців України за показниками наукометричної бази даних Scopus. 05.12.2013, Архивная копия от 5 октября 2013 на Wayback Machine. – 2013. – URL: <https://web.archive.org.ru/> (дата обращения: 26.06.2020)
7. Михайлов О.В., Михайлова Т.И. Индекс Хирша в оценке деятельности ученого в национальном исследовательском университете // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 11. – С. 485-487.
8. Tagiew R., Ignatov D.I. Behavior mining in h-index ranking game // CEUR Workshop Proceedings. – 2017. – Vol. 1968. – P. 52–61.
9. Имаев В. Технологии увеличения индекса Хирша и развитие имитационной науки // Комиссия РАН по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований. В защиту науки. – 2016. – № 17. – С. 38–51.
10. Демина Н. Хиршемания и хиршефобия. «Троицкий вариант – Наука». – 2016. – URL: <https://trv-science.ru/2016/12/06/khirschemaniya-i-khirshefobiya/> (дата обращения: 25.06.2020).
11. Михайлов О.В. Новая версия индекса Хирша – j-индекс // Вестник РАН. – 2014. – Т. 84, № 6. – С. 532-535.
12. Egghe L. Theory and practise of the g-index // Scientometrics. – 2006. – Vol. 69, № 1. – P. 131-152.
13. Kosmulski M.I. A bibliometric index // Forum Akademickie. – 2006. – Vol. 11. – P. 31.
14. Prathap G. Hirsch-type indices for ranking institutions' scientific research output // Current Science journal. – 2006. – Vol. 91(11). – P. 1439.
15. Jones T., Huggett S., Kamalski J. Finding a Way Through the Scientific Literature: Indexes and Measures // World Neurosurgery. – 2011. – Vol. 76. – № 1, 2. – P. 36-38.
16. Холодов А.С. Об индексах цитирования научных работ // Вестник РАН. – 2015. – Т. 85, № 4. – С. 310-320
17. Мазов Н.А., Гуреев В.Н. Альтернативные подходы к оценке научных результатов // Вестник РАН. – 2015. – Т. 85, № 2. – С. 115-122.
18. Кузнецов А.В. Для начала надо навести порядок в существующей системе РИНЦ. Письма в редакцию // Вестник РАН. – 2014. – Т. 84, № 3. – С. 268-269.
19. Ludo Waltman, Nees Jan van Eck. Robust Evolutionary Algorithm Design for Socio-Economic Simulation: Some Comments // Comput. Econ – 2009. – Vol. 33. – P.103–105
20. ха: An index to quantify an individual's scientific leadership. – 2020. – URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11192-018-2994> (дата обращения: 26.06.2020)
21. Разборов А.А. О сложности вычислений // Математическое просвещение. – 1999. – № 3. – С. 127 -141.
22. Вейль Г. О философии математики. Сборник работ. – М.: ГИТТЛ, 1934. – 128 с.
23. Гейтинг А. Интуиционизм. – М.: Мир, 1965. – 202 с.
24. Френкель А.А., Бар-Хиллел И. Основания теории множеств. – М.: Мир, 1966. – 553 с.
25. Пойа Д. Как решать задачу. – М.: ГУ-ПИМП, 1959. – 205 с.
26. Миронов В.В. Информатизация образования: достижения и проблемы // Информатизация образования и науки. – 2017. – № 4(36). – С. 3-18.

Материал поступил в редакцию 25.07.20.

Сведения об авторе

МИРОНОВ Валентин Васильевич – доктор физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики, директор лаборатории системного анализа, Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина.
e-mail: mironov1vv@mail.ru