

Профили вместо показателей.

Джонатан Адамс (Jonathan Adams),
Мари Макви (Marie McVeigh),
Дэвид Пендлбери (David Pendlebury),
Мартин Шомшор (Martin Szomszor)



**Web of
Science
Group**

A Clarivate
Analytics
company

Авторы

Профессор Джонатан Адамс является директором Института научной информации (ISI), подразделения *Clarivate Analytics*. Он также является приглашенным профессором Королевского колледжа Лондона при Институте политики. Кроме того, в 2017 г. Университет Эксетера отметил его работу в сфере высшего образования и разработки политик научной работы степенью почётного доктора наук.

Мари Маквей — директор по контролю над соблюдением профессиональной редакторской этики (Editorial Integrity) редакционной коллегии при Институте научной информации. Мари получила специальность клеточного биолога в Университете Пенсильвании. С 1994 года она работала в *Clarivate* (ISI и в подразделениях, существовавших до его основания), где занималась вопросами управления журналами и интеллектуальной собственности, а также публиковала соответствующие материалы. Ее недавняя работа по усовершенствованию системы *Journal Citation Reports* (JCR) позволила увеличить детализацию данных по цитированию до уровня конкретных документов, тем самым обеспечив прозрачность таких данных, что в свою очередь способствует более ответственному использованию показателей цитирования журналов.

Дэвид Пендлбери — директор по научной работе и аналитике Института научной информации (подразделения *Clarivate Analytics*). С 1983 года Дэвид использует данные Web of Science для изучения структуры и динамики научной работы. На протяжении многих лет Дэвид работал вместе с основателем ISI Юджином Гарфилдом (Eugene Garfield). Вместе с Генри Смоллом (Henry Small) Дэвид разработал *Essential Science Indicators* — аналитический инструмент оценки научных работ.

Доктор Мартин Шомшор является директором по научной работе и аналитике Института научной информации. Ранее он занимал должность директора по исследованию данных и основал подразделение *Global Research Identifier Database*, где смог эффективно применить свои обширные знания о машинном обучении, интеграции данных и технологиях визуализации. В 2015 году он был включен в список *Top 50 UK Information Age Data Leader*, благодаря сотрудничеству с советом Англии по финансированию высших учебных заведений, направленному на создание базы данных по объемам цитирования предметных исследований REF2015.

Об Институте научной информации (ISI)

ISI является «университетом», Web of Science Group, подразделения компании *Clarivate Analytics*. Его целью является поддержание фонда знаний, с помощью которого создаются *Web of Science* и связанные с ним информационно-аналитические материалы, продукты и услуги. Эти знания распространяются внутри организации с помощью отчетов и рекомендаций, а внешним организациям — посредством мероприятий, конференций и публикаций. В ISI ведется научная работа, помогающая поддерживать, расширять и совершенствовать базы знаний.

О платформе Web of Science

Web of Science — это самая уважаемая и самая большая в мире независимая от издателей база данных цитирований, способствующая глобальным открытиям и позволяющая проводить анализ цитирования в различных областях естественных, общественных и гуманитарных науки и искусства. *Web of Science* содержит более 1,4 миллиарда ссылок на работы с 1900 года. К этой платформе ежедневно обращаются миллионы пользователей — от ведущих правительственных и учебных учреждений, до корпораций, активно проводящих научные исследования. *Web of Science* служит основой для таких аналитических ресурсов, как *Journal Citation Reports*, *InCites* и других надежных инструментов оценки цитируемости. *Web of Science* помогает исследователям, научным учреждениям, издателям и финансирующим организациям узнать и оценить объем цитирования по базе научных публикаций, которые можно найти в самых престижных книгах, материалах конференций и журналах за последние 100 лет.

Дополнительные сведения см. на странице clarivate.ru/products/web-of-science

В этом отчете особое внимание уделяется информации, которая теряется при сведении данных об исследователях и их учреждениях в упрощенную таблицу показателей или таблицу рейтингов. Рассматриваются четыре известных типа анализа, при неправильном использовании которых возможно искажение понимания значимости научной работы, а также описываются четыре альтернативных варианта визуализации, которые позволяют извлечь больше полезной информации, скрытой в каждом сводном показателе и обеспечивающие эффективное и ответственное управление научной работой.

Сегодня доступно множество различных типов анализа, которые обещают измерить относительную производительность работы людей и организаций. Очевидно, руководство университетов продолжает их использовать, несмотря на контраргументы компетентных аналитиков и опасения исследователей. Можно до бесконечности критиковать и обсуждать надежность рейтингов различных университетов, однако их все равно продолжают публиковать. Вопрос: почему так популярны простые типы анализа, например одиночные показатели и линейные рейтинги?

Сводные статистические отчеты и таблицы рейтингов всегда были популярны. Мы хотим «видеть фаворитов сразу», если воспользоваться спортивной терминологией. Однако спортивные таблицы рейтингов составляются на основе данных по нескольким матчам, которые проводятся между участниками конкретной группы, обладающими более или менее сходными характеристиками. Верхние строчки в таблицах при этом принадлежат тем участникам, которые чаще побеждали в прямых состязаниях с четко заданными критериями. Турнирные таблицы представляют собой одномерную оценку, которая, как следует из ее цели, основана на одномерных результатах парных матчей.

Научная работа, напротив, многомерна. Это сложный процесс, предполагающий уникальность участвующих в нем проектов. Кроме того, все научно-исследовательские организации преследуют разные цели: они могут заниматься не только научной работой, но и преподаванием. Их исследования могут быть теоретическими или прикладными, сотрудничество – общественным или с бизнесом. Деятельность таких организаций охватывает множество различных дисциплин, каждая из которых имеет собственные академические характеристики.

Одиночные показатели пригодны для использования при сравнении по сопоставимым критериям (например, относительная производительность каждого из исследователей, которые работают в похожих университетских научно-исследовательских группах). Такие показатели могут демонстрировать реальные различия в «похожих» научных работах. Однако эта информация ограничена, и любой отдельный (или изолированный) показатель может быть использован неправильно, если он заменяет ответственное управление научной работой, например при оценке академической работы без использования дополнительной информации, или даже выступает в качестве критерия оценки при найме на работу.

В таблицах рейтингов университетов используется набор переменных, чтобы создать «полное представление» об организации путем экстраполяции косвенных данных на различные виды деятельности и дисциплины. Каждая такая переменная индексируется: масштабируется для сопоставления финансовых показателей, численности сотрудников, цитируемости, времени и других несовместимых элементов. Кроме того, она взвешивается, чтобы свести различные элементы в окончательную оценку. Без продуманного и грамотного управления данными эти цифры будут иметь весьма отдаленное отношение к реальным событиям в жизни университета.

Для любого чрезмерно упрощенного или неправильно используемого показателя есть более эффективный альтернативный подход, который обычно предполагает графическое представление результатов анализа с использованием ряда дополнительных критериев. Раскрыв данные и поместив показатели в фоновый или просто более широкий контекст, мы сможем оценить новые характеристики, понять и увидеть больше. Следующие примеры наглядно демонстрируют, насколько это просто и как это поможет интерпретировать научную работу.



Исследователи: сравнение индекса Хирша с осевым графиком

Индекс Хирша, предложенный физиком Хорхе Хиршем (Jorge Hirsch) в 2005 году, представляет собой способ оценки публикационной активности и цитируемости публикаций исследователей. Его довольно часто упоминают, но при этом плохо понимают его суть. Данный индекс позволяет свести список публикаций и количество их цитирований к одному числу: исследователь (группа исследователей или даже целая страна) с индексом **h** опубликовал не менее **h** научных работ, каждая из которых впоследствии цитировалась не менее **h** раз.

Индекс Хирша зависит от общей продолжительности работы исследователя и предметной области, поскольку количество цитирований накапливается с течением времени, а среднее количество цитирований в каждой предметной области — своё. Таким образом, это значение не даёт возможности сопоставлять друг с другом отдельных учёных. Как правило, индекс Хирша не учитывает нежурнальные публикации, а также является математически противоречивым (Waltman and van Eck, 2012).

Альтернативный метод, предложенный Лутцем Борнманном (Lutz Bornmann) и Робинот Хауншильдом (Robin Haunschild) из Института Макса Планка (Bornmann and Haunschild, 2018 г.), предполагает помещение статей исследователя в контекст, подходящий для сравнения. Количество цитирований каждой научной работы «нормализуется» по среднему значению для работ, опубликованных в журналах в той же предметной области и в том же году и это значение конвертируется в перцентиль. Это позволяет более качественно измерить и проанализировать центральную тенденцию, чем среднее значение, поскольку в распределении цитирований также наблюдается значительный разброс. Значение процентиля, равное 90, означает, что работа входит в 10% наиболее цитируемых публикаций, а остальные 90% были процитированы меньше. Медианное значение равно 50: средний объем цитирования публикаций, ранжированных по стандартной шкале от 0 до 100.

Осевой график можно использовать для непредвзятой реальной оценки. Он позволяет быстро получить такую информацию, которую индекс Хирша просто не предусматривает. В этом случае средний перцентиль для исследователя значительно превышает 50, то есть среднее значение объема цитирования в тех предметных областях, к которым относится его работа. Медианное значение цитируемости в предыдущие годы не достигало этого уровня, однако со временем оно превысило среднее значение.

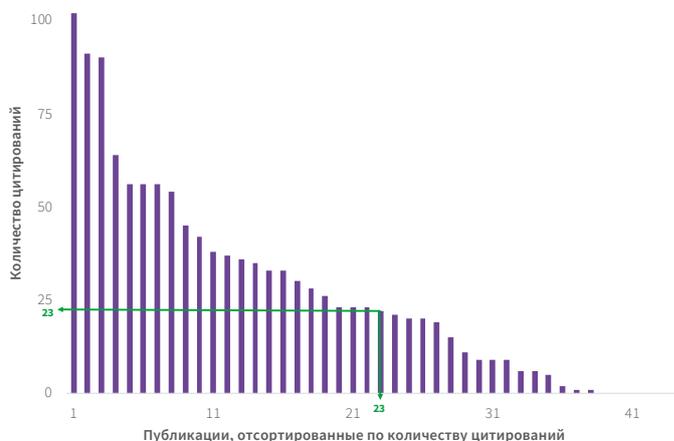


Рис. 1. В этом примере индекс Хирша для исследователя, который за 15 лет опубликовал 44 журнальные статьи в качестве автора или соавтора, равен 23. Результаты включают отчеты и материалы конференций, которые некорректно анализировать таким способом. Графическое отображение демонстрирует распределение, разброс и наличие статей с относительно высокой цитируемостью, которые и формируют значение «h». Нечитируемые статьи исчезают из расчёта индекса.

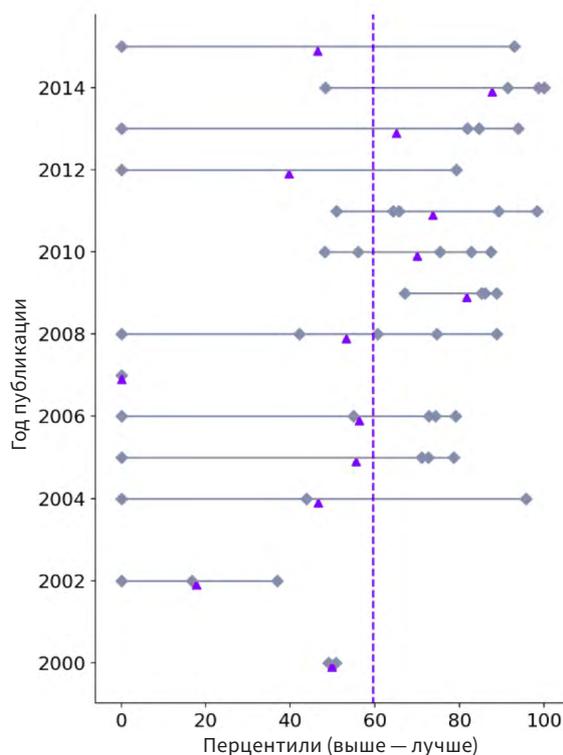


Рис. 2. Осевой график на рис. 1. Каждая статья сравнивается с собственным диапазоном референтных значений, однако все они используют стандартную перцентильную шкалу от 0 до 100. Диапазоны перцентилей для статей, опубликованных в каждом году, отображаются (пометки серого цвета на оси) вместе с медианными значениями по годам (фиолетовая метка, начало координат). Общее среднее значение для исследователя — 59-й перцентиль.

Журналы: распределение импакт-фактора журнала (JIF), в сравнении с распределением в Journal Citation Reports

Количественная оценка научной работы, как правило, предполагает оценку набора публикаций и сравнение среднего количества цитирований с референтными значениями для соответствующей предметной области. Также можно учитывать и журналы, в которых были опубликованы анализируемые статьи.

Импакт-фактор журнала (JIF) является довольно широко распространенным показателем. Он был предложен Юджином Гарфилдом, основателем *Института научной информации*. В 1955 году Гарфилд выдвинул идею «влиятельности» публикаций и предложил концепцию «импакт-фактора журнала» (Garfield and Sher, 1962 г.), призванную упростить выбор журналов для нового *Указателя научных ссылок (Science Citation Index)*. Это предопределило появление первого выпуска *Journal Citation Reports* в 1975 году.

Импакт-фактор *JIF2* (то есть, классический двухлетний импакт-фактор) основывается на двух элементах: числитель, который отражает число ссылок, полученных за текущий год всеми публикациями, сделанными в журнале за предыдущие два года; и знаменатель, показывающий только количество статей и обзоров, опубликованных за те же два года. Эти основные элементы можно адаптировать посредством увеличения или уменьшения продолжительности этих периодов. Импакт-фактор журнала, основанный на статьях только за предыдущий год, позволит оценить издания в быстро развивающихся предметных областях; импакт-фактор, основанный на данных о статьях и их цитируемости за 5 или 10 лет, может быть полезен для

сглаживания возможных статистических выбросов цитируемости на его статьи за определённый год.

Количественное сравнение журналов используется библиотекарями, управляющими множеством подписок в условиях ограниченного бюджета, а также издателями, которые хотят отслеживать эффективность серийных изданий. Проблема в том, что импакт-фактор журнала, разработанный специально для ответственного управления журналом, безответственно применяется для управления научными исследованиями в более широком смысле.

Чтобы компенсировать этот недостаток, в редакции *Journal Citation Reports* за 2018 год в профили журналов внесены изменения с учетом более широкого контекста данных. Например, в столбчатой диаграмме значение *JIF* приведено как перцентиль для той или иной категории, что позволяет быстро визуализировать квартиль. Кроме того (и это особенно важно для исследователей), вклад цитируемости от конкретных цитирующих публикаций приводится на графике распределения частот цитирования.

Новый профиль журнала наглядно демонстрирует, что импакт-фактор журнала представляет собой сумму более обширного и сложного набора данных. Этот профиль может быть эффективным инструментом для управления журналом, однако предоставляет ответственным за управление научными исследованиями лишь частичный объем информации о журнале или ценности тех, или иных статей.

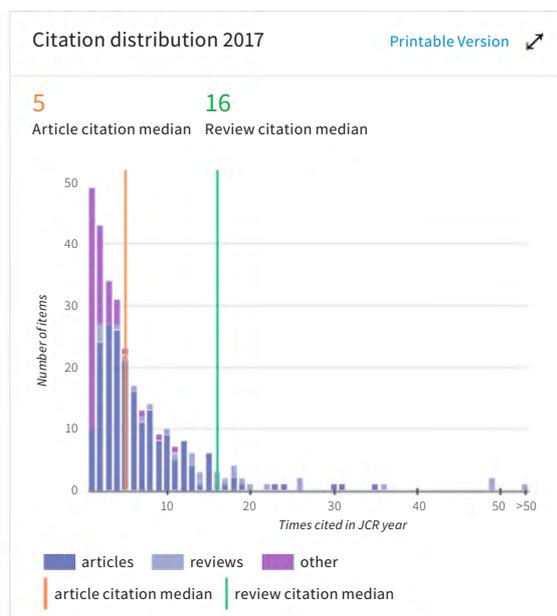
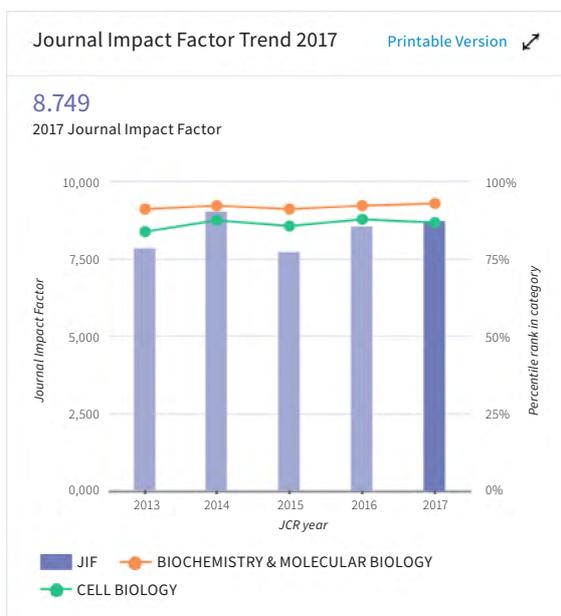


Рис. 3. Слева: Динамика значения импакт-фактора журнала *EMBO Reports* по годам демонстрирует импакт-фактор и перцентиль журнала в предметной области. Справа: Распределение цитирований за 2017 год демонстрирует медианные значения и общее распределение.

Научные организации: средняя цитируемость в сравнении с профилями цитирования

Ограничения, обусловленные сведением данных об активности к единому показателю, становятся еще более очевидными при смещении фокуса анализа с отдельных исследователей и журналов на научно-исследовательские группы и организации.

Мы проанализировали научные публикации двух научно-исследовательских биомедицинских учреждений. У них разные исследовательские миссии, однако их портфолио научных работ в целом были похожи, финансировались примерно одними и теми же организациями, и кроме того, в истории их работы также было много общего. Для того чтобы предоставить достаточно информации группе аналитиков, оценивающих эти два учреждения, мы собрали все данные о научных публикациях за прошедшие 5 лет, то есть в общей сложности 1 250 журнальных статей: учреждение А опубликовало 845 научных работ, а учреждение Б — 403.

Поскольку со временем цитируемость накапливается со скоростью, зависящей от конкретной дисциплины, количество цитирований для научных работ, опубликованных обоими учреждениями, необходимо «нормализовать» в соответствии со среднемировым показателем, установленным для соответствующей журнальной предметной области и года публикации. Таким образом, мы получаем значение цитируемости, нормализованной по предметной области (ЦНПО). Средняя ЦНПО для учреждения А составила 1,86, а для учреждения Б — 2,55 (в сравнении со среднемировым показателем 1,0).

Показатели ЦНПО не имеют статистического значения, однако обычно в контексте управления предполагается, что менее крупное учреждение имеет более высокую научную результативность в сравнении с более крупным учреждением. Тем не менее средние показатели цитируемости могут быть недостоверными, поскольку в распределении отдельных значений ЦНПО в пределах каждого среднего показателя участвует несколько сотен отдельных публикаций.

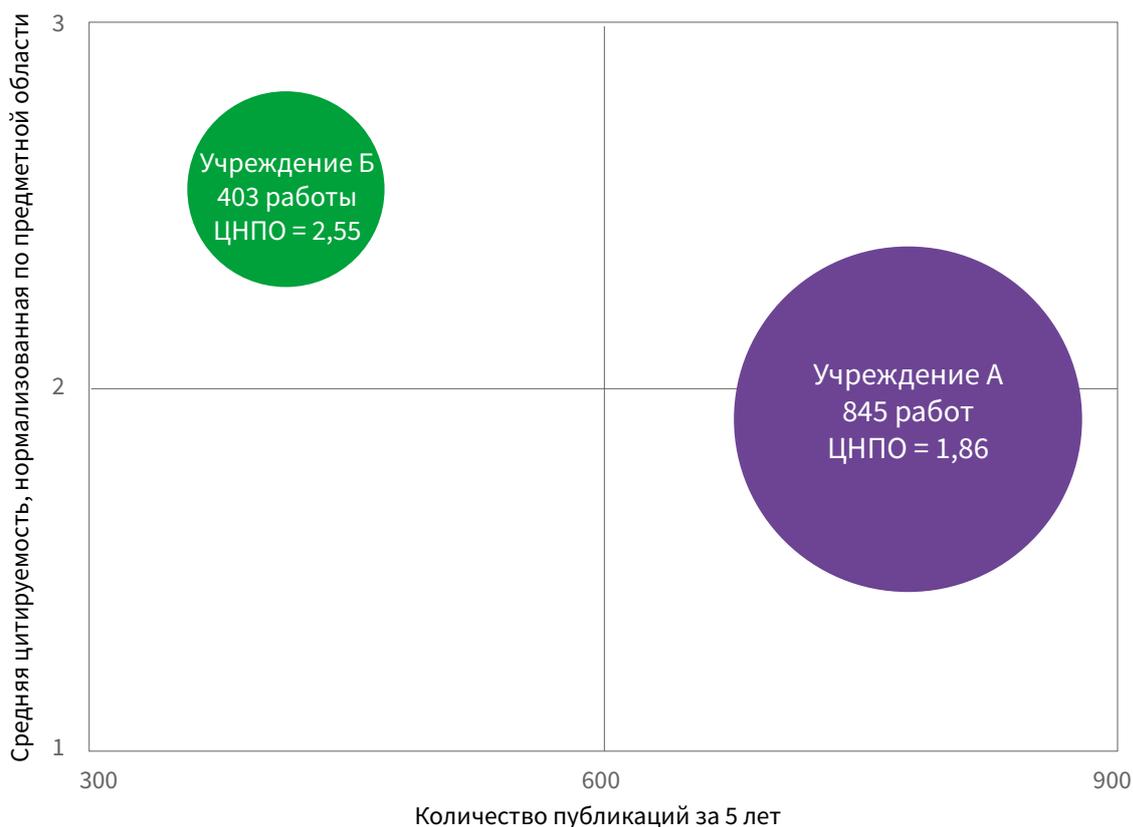


Рис. 4. Относительный объем публикаций за пять лет и средняя цитируемость, нормализованная по предметной области (ЦНПО) для двух британских научно-исследовательских биомедицинских учреждений. Учреждение Б обеспечивает примерно половину публикаций, но при этом имеет гораздо более высокую нормализованную среднюю цитируемость, чем учреждение А.

Показатели цитируемости отличаются значительным разбросом и содержат множество низких значений при меньшинстве высоких практически в каждой выборке. Таким образом, в целях визуализации распределения мы категоризируем показатели в сравнении со среднемировым уровнем: в первую очередь, выше среднемирового показателя путем суммирования четырех категорий или ячеек, охватывающих значения показателя нормализованной средней цитируемости публикаций от 1 до 2, затем от 2 до 4, от 4 до 8 и выше 8.

В то же время мы берем количество от 1,0 до 1/2, затем от 1/2 до 1/4 и так далее, чтобы создать четыре ячейки суммирования со значениями нормализованной средней цитируемости ниже среднемирового показателя. Нечитируемые научные работы организованы отдельно в девятой ячейке. Таким образом, формируется общий импакт-профиль для каждого набора данных, отображая реальное распределение для более или менее часто цитируемых научных работ (Adams, Gurney and Marshall, 2007 г.).

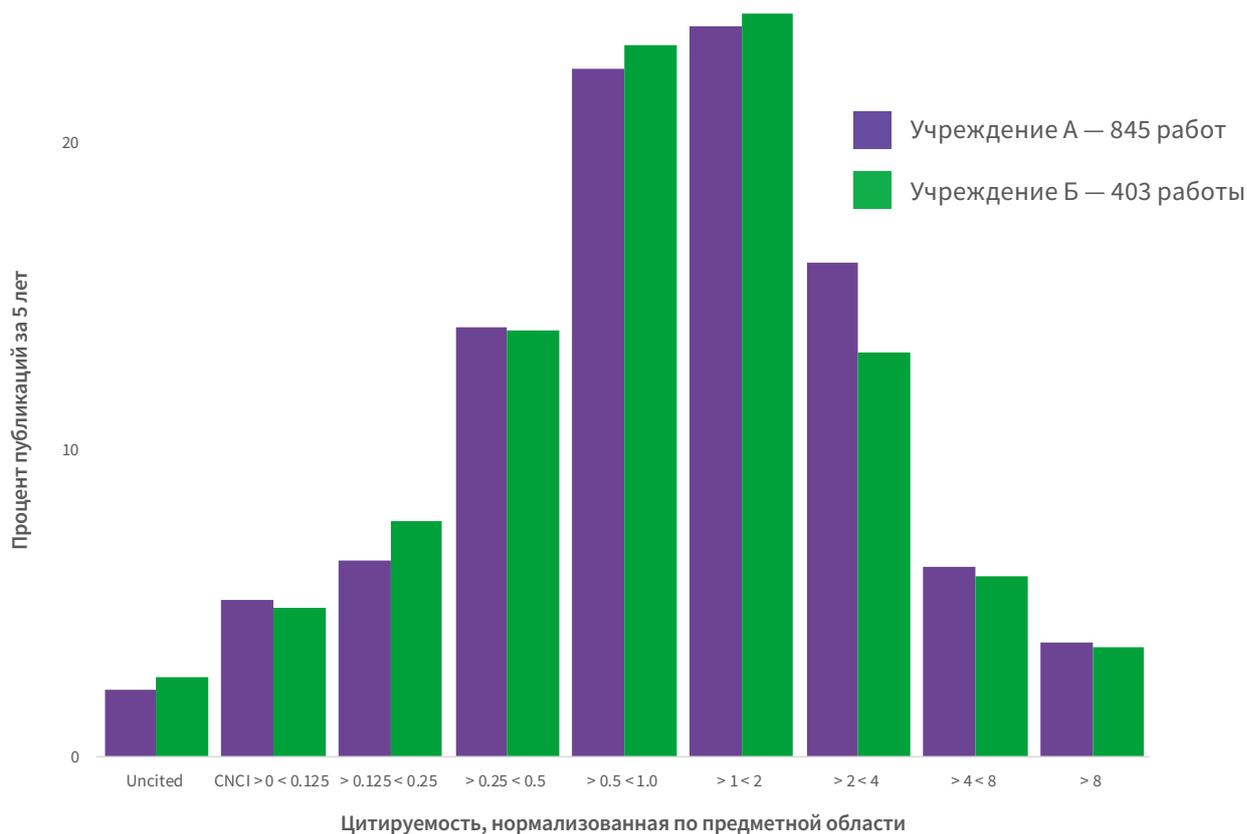


Рис. 5. Импакт-профиль двух британских учреждений, занимающихся научно-исследовательской работой в области биомедицины, за пять лет. Количество цитирований каждой научной работы «нормализовано» по среднемировому уровню для каждого года публикации и каждой предметной области (ЦНПО: см. в тексте) и распределено по нескольким ячейкам, которые сгруппированы с учетом такого среднемирового показателя (среднемировой показатель = 1,0, нецитируемые научные работы сгруппированы в левой части). Количество указывается для каждого учреждения как процент публикаций.

Эта процедура дает нам гораздо более информативное представление, чем сводные значения на рис. 4. Профиль выглядит как кривая нормального (Гауссова) распределения, по обеим сторонам от среднемирового показателя. Мы можем «вычислить» общее среднее значение для каждого учреждения и проверить, сколько публикаций каждого из них фактически имеет значение ниже или выше этого показателя: большая часть публикаций обоих учреждений будет иметь значение ниже.

Самое важное — мы сразу видим, что импакт-профили отличаются друг от друга незначительно, и это эффективно визуализирует производительность научной работы. На самом деле, сверившись с исходными данными, мы обнаружим, что высокий средний объем цитирования публикаций учреждения Б обусловлен одним, очень часто цитируемым обзором в ведущем журнале.

Университеты: рейтинги в сравнении с многофакторной оценкой результатов научной работы

Сводный показатель, такой как «средняя цитируемость» предполагает сведение только одного типа данных. Однако даже при этом руководитель научной работы теряет значительный объем информации, используя средние значения, по сравнению с представлением, которое дает импакт-профиль.

Потери информации дополнительно увеличиваются, и полезную информацию извлечь значительно сложнее, если в одной позиции таблицы рейтингов объединено множество различных типов данных, относящихся к разным аспектам деятельности университета.

Что касается традиционных систем ежегодного рейтинга, международный рейтинг университетов *Times Higher Education* предусматривает сбор относительно большого объема данных и использует сбалансированные и грамотно настроенные алгоритмы. В этих рейтингах также используется модерация с учетом таких критериев, как размер учреждения, — это позволяет избежать доминирования старейших и крупнейших университетов. Однако большинство людей, просматривая рейтинги, «интуитивно знают», какие из университетов они, скорее всего, увидят в первых строчках.

Студенты, обучавшиеся в любом из этих университетов, знают, насколько сложны и разнообразны их деятельность и достижения. Различия очевидны на примере двух известных учебных заведений в Лондоне, Великобритания: Имперский колледж Лондона, который славится своими естественно-научными традициями, и Лондонская школа экономики, хорошо известная достижениями в области общественных наук.

Как правило, никто не пытается даже просто сравнивать эти два вуза, не говоря уже о том, чтобы оценивать их по единой универсальной шкале рейтинга.

Даже если сопоставлять более похожие старые университеты с большим количеством факультетов, в которых хорошо развито медицинское направление (например, в Эдинбурге (29-е место) и Манчестере (57-е место)), результаты рейтинга будет довольно трудно интерпретировать. Что означают эти позиции?

В реальности любой институт по одним параметрам опережает остальные, а по другим — отстает от них, и это определяет колебания его позиции в рейтинге. Международный рейтинг университетов — это, конечно, увлекательно, но это всего лишь приблизительный ориентир. Слишком много деталей остается за кадром, даже когда студенты изучают информацию, выбирая место учебы, не говоря уже о том, чтобы использовать этот метод для информирования руководства.

Оценка результатов научной работы, которая использовалась для составления ежегодного рейтинга высших учебных заведений Великобритании компании *Evidence Ltd.* в период с 2002 по 2014 г., является более информативным подходом. Оценка результатов научной работы представляет собой лепестковую диаграмму, в которой есть множество осей для размещения различных показателей, и каждый показатель при этом сравнивается с единым эталонным результатом. Кроме того, для демонстрации нескольких институциональных «результатов» используется одно представление.

Международные университеты	Позиция в международном рейтинге университетов		Университеты Великобритании
Оксфордский университет	1	1	Оксфордский университет
Кембриджский университет	2	2	Кембриджский университет
Стэнфордский университет	3	9	Имперский колледж Лондона
Массачусетский технологический институт	4	14	Университетский колледж Лондона
Калифорнийский технологический институт	5	26	Лондонская школа экономики
Гарвардский университет	6	29	Эдинбургский университет
Принстонский университет	7	38	Королевский колледж Лондона
Йельский университет	8	57	Манчестерский университет
Имперский колледж Лондона	9	78	Бристольский университет
Чикагский университет	10	79	Университет Уорвика

Таблица 1. Позиция в таблице международных рейтингов для университетов, которые заняли первые строчки в международном рейтинге университетов *Times Higher Education* в 2018 г.

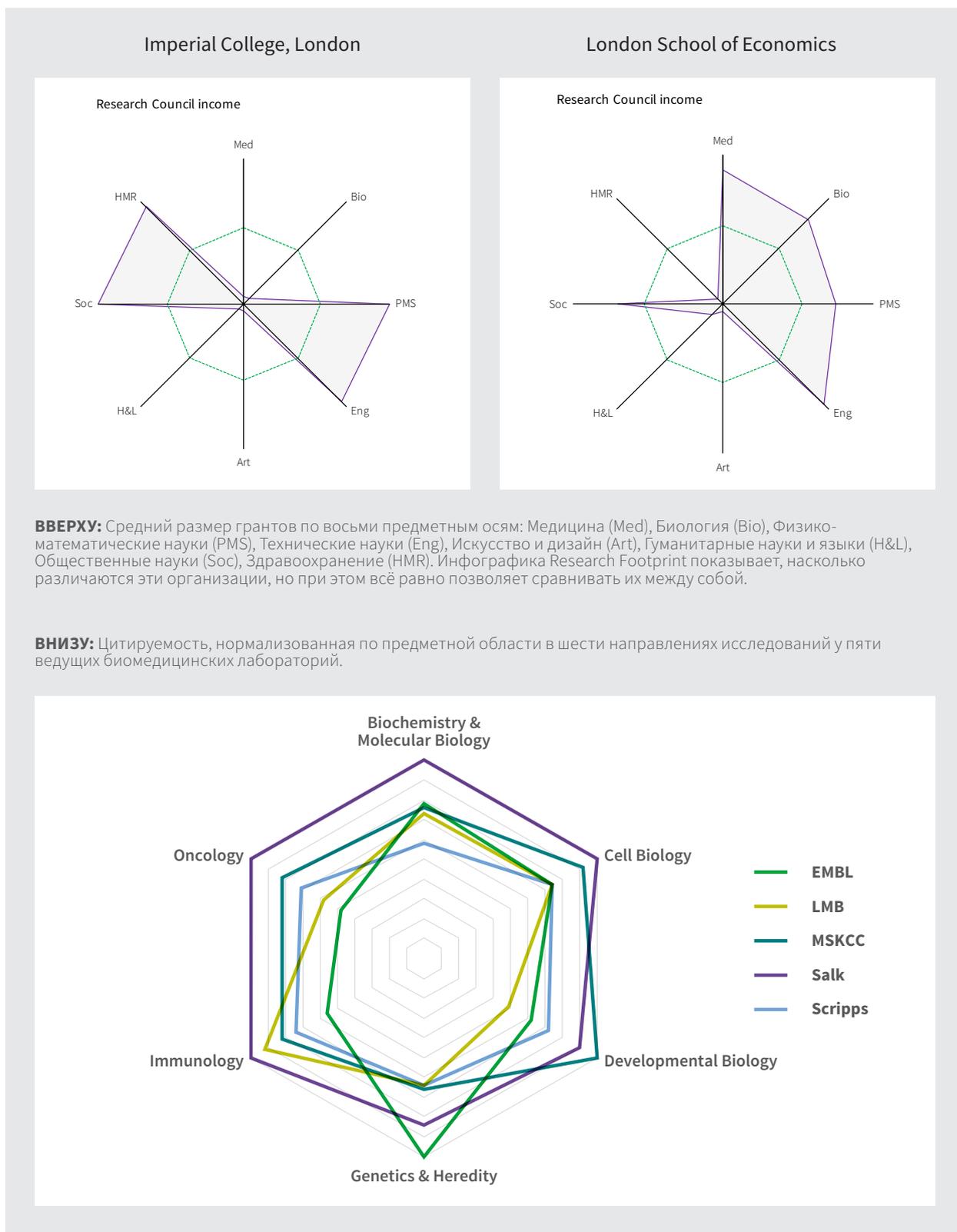


Рис. 6. Оценка результатов научной работы двух высших учебных заведений Великобритании (верхняя строка) отражает публикационную активность по основной дисциплине (аналогичные диаграммы можно использовать для учета финансирования, количества студентов и сотрудников или оценки цитируемости) с указанием референсного значения из соответствующей референтной группы. Оценка результатов научной работы в нижней строке отражает сравнение результатов (публикационной активности) для ведущих биомедицинских институтов в конкретных предметных областях: в этом случае референсные значения не нужны.

Обсуждение

Точечные показатели (индекс Хирша, *импакт-фактор журнала*, средняя цитируемость) и рейтинг университета, обсуждаемый в этом отчете — все они в теории информативны, однако зачастую неверно интерпретируются, неправильно и безответственно используются. Альтернативный визуальный анализ предполагает создание «визуального профиля» научной работы. Такой визуальный профиль представляет собой графическую иллюстрацию, которую довольно просто создать. Она предоставляет гораздо больший объем ценной информации и обеспечивает ответственное и эффективное управление научной работой.

Осевой график вместо индекса Хирша

Осевой график представляет собой единое «изображение» результатов работы научного сотрудника и цитируемости его работ, демонстрируя, как эти показатели варьируются в течение года и изменяются в динамике. Использование перцентилей означает, что цитируемость, которая отличается большим разбросом, можно просматривать в контексте, соответствующем одновременно и предметной области, и времени с момента публикации. Сведение этих данных в единое значение индекса Хирша дает довольно любопытный результат, однако не дает никакой информации, которую мы могли бы эффективно использовать в процессе оценки.

Полный отчет о цитируемости в журналах, а не только импакт-фактор

Импакт-фактор журнала довольно часто применяется неправильно. Он не имеет значения для оценки научной работы и ценен, скорее, для управления журналом. Если поместить *импакт-фактор журнала* в контекст, который учитывает данное одиночное значение в рамках профиля или сферы деятельности, это позволит научным работникам и руководству увидеть, что *импакт-фактор журнала* определяет самые разные характеристики производительности на уровне статей. *Импакт-фактор журнала* может выступать в качестве ориентира, однако для реальной информации (за пределами библиотеки или издательства) нужен полный контекст.

Импакт-профиль вместо изолированного показателя ЦНПО

Сводный показатель средней цитируемости, нормализованной по предметной области (ЦНПО), также может вводить в заблуждение, поскольку он отражает распределение различных данных, которые отличаются большим разбросом на уровне индивидуального исследователя и журнала и могут содержать статистические выбросы. *Импакт-профиль* приводит такой разброс в более удобный вид и выявляет распределение значений. Он наглядно показывает, что распределение по среднемировому показателю и среднему показателю для учреждения означает, что одни результаты неизбежно будут цитироваться чаще, а другие — реже. Учитывая, что сводный показатель не дает нам никакой информации, кроме того, что X имеет большее среднее значение, чем Y, *импакт-профиль* порождает целый ряд вопросов, однако при этом дает научным руководителям направление для поиска ответов на следующие вопросы: какие из работ являются результатом совместной работы? Создаются ли материалы с низким и высоким цитированием одними и теми же людьми? Стали ли мы публиковать более или менее цитируемые работы со временем?

Оценка результатов научных работ вместо рейтинга университетов

Таблица рейтингов университетов оставляет за кадром гораздо больше полезной информации, чем большинство других типов анализа. Оценка научной результативности может демонстрировать сведения о продуктивности по конкретным дисциплинам или типам данных. В ходе такой оценки два учреждения, две страны, или несколько целевых организаций сопоставляются с соответствующим референсным значением. С точки зрения критической оценки, такой анализ демонстрирует недоступность информативных методов для сравнения двух сложных систем научной работы на основе одного критерия — ведь все гораздо сложнее, чем один показатель.

Старинная пословица гласит, что лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать. Визуализация распределения данных гораздо лучше тысячи одиночных показателей.

 **Старинная пословица гласит, что лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать. Визуализация распределения данных гораздо лучше тысячи одиночных показателей.**

ССЫЛКИ

Adams J, Gurney KA and Marshall S. (2007). Profiling citation impact: a new methodology. *Scientometrics*, **72**, 325-344

Bornmann, L and Haunschild, R. (2018). Plots for visualizing paper impact and journal impact of single researchers in a single graph. *Scientometrics*, **115**, 385-394. DOI <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2658-1>

Bornmann, L and Marx, W. (2014). Distributions instead of single numbers: percentiles and beam plots for the assessment of single researchers. *Journal of the Association for Information Science and Technology* **65**, 206–208. DOI: 10.1002/asi

Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *PNAS*, **102**, 16569–72.

Garfield, E. (1955). Citation Indexes for Science: A New Dimension in Documentation through Association of Ideas. *Science*, **122**, 108-111.

Garfield, E. (2006). The History and Meaning of the Journal Impact Factor. *Journal of the American Medical Association (JAMA)*, **293**: 90-93, январь 2006 г.

Garfield, E., & Sher, I. H. (1963). New factors in the evaluation of scientific literature through citation indexing. *American Documentation*, **14**, 195-201

Waltman, L., & Van Eck, N. J. (2012). The inconsistency of the h-index. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, **63**(2), 406-415.

Wang, J. (2013). Citation time window choice for research impact evaluation. *Scientometrics*, **94**, 851–872. doi: 10.1007/s11192-012-0775-9

