

УДК 001.89(470)

<https://doi.org/10.20913/2618-7575-2021-1-89-94>**ПРИОРИТЕТНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ
С ПОЗИЦИИ БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ *****RESEARCH PRIORITIES AS THE PROBLEM
OF BIBLIOMETRIC STUDIES****© Мазов Николай Алексеевич**

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, зав. информационно-аналитическим центром, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук; Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия, MazovNA@ipgg.sbras.ru

© Гуреев Вадим Николаевич

кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник информационно-аналитического центра, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук; Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия, GureyevVN@ipgg.sbras.ru

© Глинских Вячеслав Николаевич

доктор физико-математических наук, член-корреспондент Российской академии наук, зав. лабораторией многомасштабной геофизики, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия, GlinskikhVN@ipgg.sbras.ru

Mazov Nikolay Alekseevich

Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, Head of the Information Analysis Center, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; State Public Scientific Technological Library of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (SPSTL SB RAS), Novosibirsk, Russia, MazovNA@ipgg.sbras.ru

Gureyev Vadim Nikolayevich

Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Researcher of the Information Analysis Center, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; State Public Scientific Technological Library of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (SPSTL SB RAS), Novosibirsk, Russia, GureyevVN@ipgg.sbras.ru

Glinskikh Vyacheslav Nikolayevich

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Laboratory of Multiscale Geophysics, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, GlinskikhVN@ipgg.sbras.ru

Выявление научных фронтов и определение приоритетных направлений – существенные проблемы в науковедении и научной политике, имеющие решающее значение на этапах планирования научной деятельности. Библиометрические подходы выступают основным инструментарием в определении научных тенденций и фронтов, с учетом которых впоследствии проводится экспертная оценка приоритетных направлений исследований. К настоящему времени для выявления научных тенденций и фронтов разработаны подходы на основе анализа публикуемости, анализа цитируемости и контент-анализа. Наиболее распространен анализ цитируемости с его разновидностями: прямой, социотирование и метод библиографического сочетания. В статье рассматриваются основные характеристики каждого из методов. Описаны текущие проблемы при поиске научных тенденций, фронтов и приоритетных направлений.

Revealing research fronts and detecting research priorities are one of the most significant problems in the science of science and scientific policy due to the crucial importance when planning research. Bibliometric approaches are the main tool when detecting research trends and fronts providing the basis for further expertise of research priority. To date, different approaches have been developed for research trends and fronts detection including analysis of scholarly output, citation analysis, and content analysis. The most spread is citation analysis and its variants, i.e., direct citation analysis, co-citation analysis, and bibliographic coupling. The paper discusses the main features of each method; describes current issues of detecting research fronts and setting of research priorities. The authors conclude that bibliometric approaches for detecting research fronts and research priorities are objective, especially when combining different forms of bibliometric analyses. Bibliometrics seems

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 19-011-00531. Результаты исследования представлены на международной научно-практической онлайн-конференции «Наука, технологии, информация в библиотеках (Libway-2020)», которая состоялась 14–17 сентября 2020 г.

Делается вывод о высокой степени объективности библиометрических подходов для выявления научных фронтов и приоритетных направлений, в особенности при комбинировании разных видов библиометрического анализа. Перспективность дальнейшего использования библиометрии в данном направлении подчеркивается ее гибкостью и способностью быстро адаптироваться к меняющимся условиям функционирования науки и новым публикационным моделям распространения информации.

Ключевые слова: приоритетные направления исследования, научный фронт, научная тенденция, библиометрия, анализ цитирования, контент-анализ

to be the most promising approach due to its flexibility and capability to be rapidly adapted to a dynamic scientific environment and new publication models.

Keywords: research priority, research front, research trend, bibliometrics, citation analysis, content analysis

Введение

Выявление приоритетных направлений – одна из главных задач управления наукой при планировании исследовательской деятельности. Сложность ее решения связана с необходимостью одновременно учитывать интересы множества сторон, соблюдать баланс ограниченного финансирования, запросов и возможностей научного сообщества, проводить границу между наиболее осуществимыми и наиболее перспективными исследованиями, фундаментальными и прикладными разработками.

Эта масштабная задача находится в сфере научной политики и призвана обеспечить консенсус между

интересами широкого круга участников: государства, ученых, общества, инвесторов и пр. При определении приоритетных направлений используются различные виды экспертной оценки. Последняя, в свою очередь, в значительной мере опирается на результаты выявления научных тенденций и фронтов, поиск которых можно считать подзадачей приоритизации научных направлений.

Схематически организация выявления приоритетных направлений представлена на рисунке 1, левая часть которого представляет технические этапы поиска приоритетов, а правая – общие условия для объективного подхода к процессу.



Рис. 1. Схема этапов определения приоритетных направлений научных исследований

Понятия научной тенденции и фронта, с одной стороны, и приоритетного направления – с другой, находятся в разных плоскостях, однако всегда тесно связаны друг с другом. Отмечается как формирование приоритетов под воздействием научных тенденций и фронтов, так и обратная ситуация возникновения научных тенденций и фронтов под влиянием приоритетов, сформированных запросами общества или административными задачами. Таким образом, существует взаимное влияние между научным фронтом и приоритетным направлением, которые во многом определяют развитие науки, технологий и общества.

Работа продолжает исследования авторов в выявлении научных фронтов и приоритетных направлений в области наук о Земле [1; 2] и биомедицинских наук [3].

Библиометрические подходы к выявлению научных тенденций и фронтов

В общем виде под *научной тенденцией* понимаются коллективные действия группы исследователей, каждый из которых начинает уделять значительное внимание определенной научной теме: читать научные публикации по данной тематике, ссылаться на них и публиковать результаты собственных исследований [4]. *Научный фронт* представляет собой ситуацию совпадения интересов и потребностей общества с текущими научными результатами [5]. Ключевым объектом анализа при выявлении научных фронтов являются группы научных публикаций и их взаимосвязи. Согласно классическому определению Д. Прайса, научный фронт – это плотно цитируемая сеть недавно опубликованных работ [6]. В более развернутом определении под научным фронтом понимается

группа недавно опубликованных статей с общей тематикой, строго связанных сетью цитирований между собой и слабо связанных с публикациями за пределами самой группы [7].

Основные виды научных фронтов по распространенной классификации Г. Смолла [5] представлены на рисунке 2. Методика выявления этапа научного фронта предполагает сравнение кластеров публикаций за два и более равных последовательных промежутка времени.

Под влиянием различных факторов научные фронты экстенсивной фазы могут перейти в интенсивную: например, при появлении новых перспективных методов исследования, возросшем финансировании направления, возникновении острой необходимости разработки темы под влиянием внешних факторов и др. Исследования научных фронтов значимы и с фундаментальной, и с прикладной точек зрения. На теоретическом уровне они определяют вектор развития научного прогресса и позволяют проследить зарождение и эволюцию того или иного направления, разделение и слияние областей знания, способствуют распространению знаний между научными дисциплинами [8], позволяют корректировать организационные процессы при встрече нового знания с традиционными парадигмами, которые диктуют тематику исследований, стандарты и правила [9]. Выявление научных фронтов представляет практический интерес для широкого круга заинтересованных сторон, участвующих в определении приоритетных направлений научных исследований и их финансировании.

На сегодняшний день для выявления научных тенденций и фронтов широко применяются три основных наукометрических подхода: анализ динамики изменения научной продукции, анализ

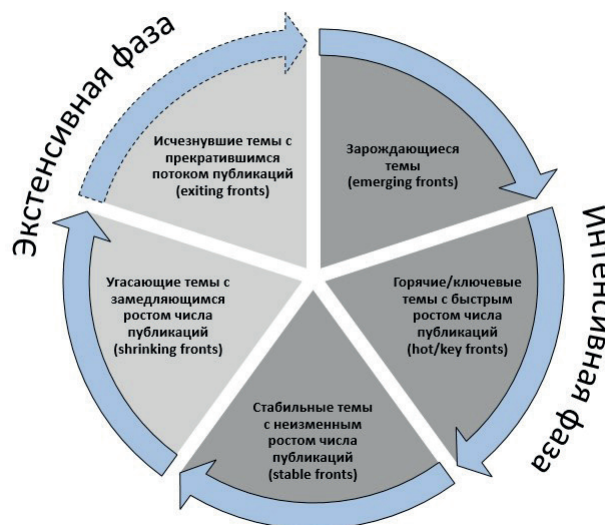


Рис. 2. Виды научных фронтов

цитирования с его разновидностями и контент-анализ, а также их различные комбинации.

1. Анализ динамики изменения научной продукции. При анализе научной продукции, выраженной числом публикаций, прибегают к моделям роста научных знаний:

- 1) в первой модели рост знаний рассматривается как кумулятивное развитие новых идей на основе предыдущих недавних научных достижений;
- 2) вторая предполагает, что развитие новых идей базируется на всем корпусе человеческих знаний, а не только на недавних достижениях. Согласно этой модели, происходит выборочный отбор оснований для новой идеи из всего человеческого научного опыта;
- 3) третья модель основана на теории научных революций Т. Куна и предполагает интенсивный рост знаний, прерываемый промежутками затишья.

Нет единого мнения о том, какая из предложенных моделей в наибольшей степени отвечает реальности, тем более что каждая из них в той или иной мере объясняет происходящие научные события в различных дисциплинах. Каждой из этих парадигм может соответствовать та или иная математическая модель роста научной литературы – например, линейная или экспоненциальная. В естественно-научных дисциплинах чаще преобладает экспоненциальный рост, и при выявлении научных тенденций, таким образом, исследователи прибегают к законам Д. Прайса, посвященным экспоненциальному росту и устареванию научной литературы [10].

2. Анализ цитирования. Основным методом в выявлении научных фронтов является анализ цитирования, позволяющий проследить рост интереса и актуальность той или иной темы по динамике изменения числа цитирований публикаций какого-либо направления. В рамках анализа цитирования, где в современной традиции кластеризуются и цитируемые, и цитирующие публикации, научный фронт понимается как:

- а) группа наиболее цитируемых публикаций, выявленных методом прямого анализа цитирования (рис. 3А);
- б) группа совместно цитируемых публикаций, выявленных анализом социотирования (публикации 6 и 7 на рис. 3Б). В кластер научного фронта, кроме совместно цитируемых публикаций, могут включаться цитирующие публикации (публикации 1, 6 и 7 на рис. 3Б);
- в) группа публикаций с общими ссылками, выявляемая методом библиографического сочетания (публикации 3 и 4 на рис. 3В). Согласно этому подходу, статьи научного фронта сами могут не иметь цитирований.

Анализ социотирования одновременно был предложен Г. Смоллом [11] и И. В. Маршаковой [12]: два документа считаются совместно процитированными и тематически связанными, если они оба появились в библиографическом списке третьего документа, а частота социотирования определяется как частота, с которой два документа цитируются вместе. В качестве основы для кластеризации исследователи выбирают, как правило, небольшую группу высокоцитируемых в заданный промежуток времени публикаций. Это может быть 1% или 10% высокоцитируемых статей, топ-10,

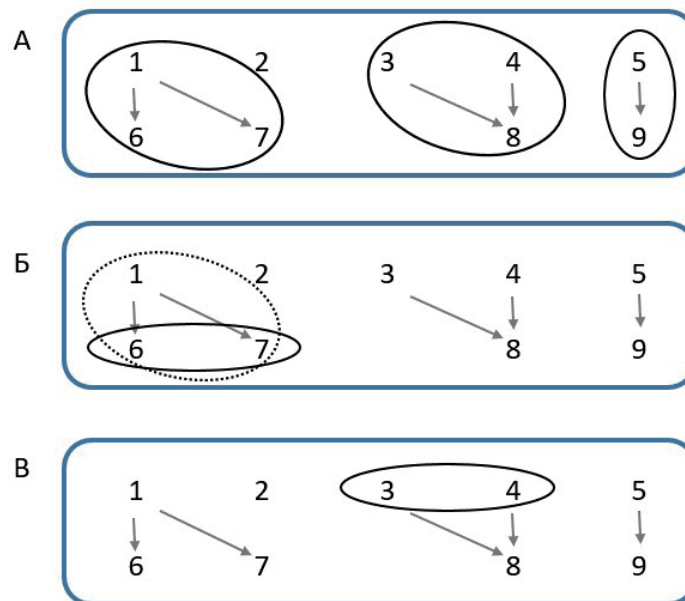


Рис. 3. Принципы кластеризации публикаций (обозначены цифрами), используемые при выявлении научных фронтов. А – прямой анализ цитирования; Б – анализ социотирования; В – библиографическое сочетание

топ-20 статей и т. д. Данный подход к поиску научных фронтов имеет недостаток, связанный с самой природой цитирования, предполагающей временную задержку. Соответственно, ограничивается возможность учесть новые публикации, которые часто представляют наибольший интерес в поиске. Таким образом, анализ социцирования пригоден для выявления научного фронта на относительно позднем этапе, а не в самый момент его возникновения. Он не охватывает всю полноту публикаций научного фронта, а скорее сообщает о возникновении такового; делает снимок научного ландшафта, но не детализирует научный фронт [5].

Метод библиографического сочетания предложен М. Кесслером [13; 14] и предполагает, что две работы имеют осмысленное отношение друг к другу и тематически связаны, если у них есть одна и более общих ссылок в пристатейных списках литературы. Таким образом, научный фронт состоит из публикаций, совместно цитирующих другие публикации. Поскольку ссылки на анализируемые работы не важны и исследуется лишь их пристатейный аппарат, метод лишен недостатка запаздывания и позволяет анализировать только что опубликованные работы.

3. Контент-анализ. Наряду с анализом цитирования при выявлении научных фронтов часто используются методы семантического анализа метаданных и полных текстов научных публикаций, в том числе нейросетевые технологии [15] и алгоритмы обнаружения быстро распространяющихся так называемых взрывных терминов [16; 17]. В контент-анализе исследуется частотность употребления слов в метаданных и полных текстах и – отдельно – ключевых слов, а также их совместная встречаемость в публикациях. Анализ частотности и совместной встречаемости ключевых слов проводится:

- а) на метаданных публикаций – в этом случае исследуются авторские или дополнительно назначаемые в базах данных ключевые слова (например, KeyWords Plus), слова из различных предметных тезаурусов и авторитетных словарей (например, термины MeSH), а также программно извлекаемые ключевые слова из заголовков и аннотаций;
- б) на полных текстах, где ключевые слова и термины также извлекаются и семантически анализируются с помощью программных средств.

Нередко для выявления научных фронтов контент-анализ сочетают с методами анализа цитирования.

Результаты большинства исследований показывают, что наименее точные результаты дает метод прямого анализа цитирований [18; 19]. Анализ социцирования и метод библиографического сочетания по точности результатов существенно превосходят прямой анализ цитирования, не учитывающий тематические связи между публикациями [18; 20]. Наиболее точные результаты приносит метод библиографического сочетания, от которого незначительно отстает анализ социцирования. Необходимо отметить, что эффективность различных подходов зависит от типов научных фронтов. Так, зарождающиеся научные фронты лучше выявляются методом библиографического сочетания, не имеющего недостатка временной задержки. Если для исследования предпочтительна топологическая кластеризация, то более применимым оказывается анализ цитирования. При необходимости кластеризации на основе текстуального сходства публикаций лучше себя зарекомендовал контент-анализ, в котором частотный анализ слов из метаданных или полных текстов дает лучшие результаты в сравнении с частотным анализом авторских ключевых слов. Наилучшие же результаты достигаются при комбинированном использовании различных подходов (а по возможности и различных наборов данных), в которых должна учитываться вариативность моделей публикацииционной активности и цитирования в разных дисциплинах, однако такие подходы более трудоемки и затратны по времени [21].

Заключение

За относительно недолгий период изучения научных тенденций и фронтов заметно существенное усложнение методологического аппарата: для их выявления используются комбинированные подходы, нейронные сети, широкий спектр библиографических и сетевых баз данных, все чаще применяется специальное программное обеспечение. Наукометрические методы показывают свою перспективность ввиду их быстрой адаптации к меняющимся условиям функционирования науки и новым публикационным моделям распространения научной информации. Наукометрический инструментарий для выявления исследовательских фронтов хорошо зарекомендовал себя как источник надежной и объективной информации для последующего экспертного определения приоритетных направлений.

Список источников / References

1. Мазов Н. А., Гуреев В. Н., Эпов М. И. Результаты наукометрического анализа мирового потока публикаций в области скважинной геофизики // Каротажник. 2017. № 12. С. 65–86; Mazov N. A., Gureyev V. N., Epov M. I. The results of the scientometric analysis of the world stream of well logging publications. *Karotazhnik*, 2017, 12: 65–86. (In Russ.).
2. Мазов Н. А., Гуреев В. Н. Проблемные аспекты при выявлении приоритетных направлений научных исследований // Управление наукой: теория и практика. 2020. Т. 2, № 3. С. 37–51; Mazov N. A., Gureyev V. N. Areas of concern when setting research priority. *Upravlenie naukoj: teoriya i praktika*, 2020, 2(3): 37–51. DOI: 10.19181/smp.2020.2.3.2. (In Russ.).
3. Ilyichev A., Karpenko L., Gureyev V., Mazov N. Development of phage display technology: a bibliometric assessment. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 2016, 16(1): 34–42. DOI: 10.3844/ojbsci.2016.34.42.
4. Liu X., Jiang T., Ma F. Collective dynamics in knowledge networks: Emerging trends analysis. *Journal of Informetrics*, 2013, 7(2): 425–438. DOI: 10.1016/j.joi.2013.01.003.
5. Upham S. P., Small H. Emerging research fronts in science and technology: Patterns of new knowledge development. *Scientometrics*, 2010, 83(1): 15–38. DOI: 10.1007/s11192-009-0051-9.
6. De Solla Price D. J. Networks of scientific papers. *Science*, 1965, 149(3683): 510–515. DOI: 10.1126/science.149.3683.510.
7. Hsiao C.-H., Tang K.-Y., Liu J. S. Citation-based analysis of literature: a case study of technology acceptance research. *Scientometrics*, 2015, 105(2): 1091–1110. DOI: 10.1007/s11192-015-1749-5.
8. Marrone M. Application of entity linking to identify research fronts and trends. *Scientometrics*, 2020, 122(1): 357–379. DOI: 10.1007/s11192-019-03274-x.
9. Fajardo-Ortiz D., Lopez-Cervantes M., Duran L., Dumontier M., Lara M., Ochoa H., Castano V. M. The emergence and evolution of the research fronts in HIV/AIDS research. *PLoS ONE*, 2017, 12(5): e0178293. DOI: 10.1371/journal.pone.0178293.
10. Price D. J. The exponential curve of science. *Discovery*, 1956, 17: 240–243.
11. Small H. Co-citation in the scientific literature: a new measure of the relationship between two documents. *Journal of the American Society for Information Science*, 1973, 24(4): 265–269.
12. Маршакова И. В. Система связей между документами, построенная на основе ссылок: по данным Science Citation Index // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. 1973. № 6. С. 3–8; Marshakova I. V. A system of document links based on references. *Nauchno-tehnicheskaya informatsiya. Seriya 2: Informatsionnye protsessy i sistemy*, 1973, 6: 3–8. (In Russ.).
13. Kessler M. M. An experimental study of bibliographic coupling between technical papers. *IEEE Transactions on Information Theory*, 1963, 9(1): 49–51. DOI: 10.1109/TIT.1963.1057800.
14. Kessler M. M. Comparison of the results of bibliographic coupling and analytic subject indexing. *American Documentation*, 1965, 16(3): 223–233. DOI: 10.1002/asi.5090160309.
15. Fujimagari H., Fujita K. Detecting research fronts using neural network model for weighted citation network analysis. *Journal of Information Processing*, 2015, 23(6): 753–758. DOI: 10.2197/ipsjip.23.753.
16. Olmeda-Gómez C., Ovalle-Perandones M.-A., Perianes-Rodríguez A. Co-word analysis and thematic landscapes in Spanish information science literature, 1985–2014. *Scientometrics*, 2017, 113(1): 195–217. DOI: 10.1007/s11192-017-2486-8.
17. Li M., Chu Y. Explore the research front of a specific research theme based on a novel technique of enhanced co-word analysis. *Journal of Information Science*, 2017, 43(6): 725–741. DOI: 10.1177/01655515166661914.
18. Fujita K., Kajikawa Y., Mori J., Sakata I. Detecting research fronts using different types of weighted citation networks. *Journal of Engineering and Technology Management*, 2014, 32: 129–146. DOI: 10.1016/j.jengtecman.2013.07.002.
19. Shibata N., Kajikawa Y., Takeda Y., Matsushima K. Comparative study on methods of detecting research fronts using different types of citation. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2009, 60(3): 571–580. DOI: 10.1002/asi.20994.
20. Huang M. H., Chang C. P. A comparative study on detecting research fronts in the organic light-emitting diode (OLED) field using bibliographic coupling and co-citation. *Scientometrics*, 2015, 102(3): 2041–2057. DOI: 10.1007/s11192-014-1494-1.
21. Boyack K. W., Klavans R. Co-citation analysis, bibliographic coupling, and direct citation: which citation approach represents the research front most accurately? *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2010, 61(12): 2389–2404. DOI: 10.1002/asi.21419.

Статья поступила в редакцию 23.09.2020
Получена после доработки 29.09.2020
Принята для публикации 01.02.2021

Received 23.09.2020
Revised 29.09.2020
Accepted 01.02.2021