

Российская наука в зеркале публикаций^[1]

Б.И.Бедный, Е.В.Козлов

В последние годы в науковедческой литературе активно обсуждается проблема функционального кризиса современной мировой науки. Суть этого кризиса в том, что темп накопления общих знаний о природе и обществе, получаемых в процессе фундаментальных исследований, существенно превышает темп превращения этих знаний в технологии, товары и услуги. Это приводит к кажущемуся затовариванию фундаментальным знанием, которое прикладная наука не успевает «переварить» [1]. Реагируя на этот кризис современное прагматическое общество пытается притормозить напор фундаментальной науки и активизировать процесс освоения результатов исследований и разработок. Практическая реализация концепции коммерциализации науки и технологии создает существенные ограничения для свободного развития фундаментальных исследований, которые вынуждены ориентироваться на потребности практики и реального рынка наукоемких технологий.

Известно, что, несмотря на значительное сокращение числа научных работников за счет внутренней (переход в иные сферы деятельности) и внешней (эмиграция, долговременная работа в зарубежных исследовательских центрах) «утечки умов», сегодня в России работают около 10% ученых всего мира. По общему числу генерируемых научных идей и выполняемых исследовательских разработок мы до сих пор занимаем одно из лидирующих мест в мире, однако на долю России приходится менее 0,5% мирового рынка наукоемкой продукции [2].

Постоянное расширение тематического спектра научных исследований, их усложнение и удорожание требуют выделения приоритетных направлений государственной научно-

технической политики, дающих научно обоснованные и реалистичные ориентиры для преимущественного развития фундаментальных исследований. В этом отношении несомненный интерес представляет проблема систематизации и структурирования перспективных в прикладном отношении направлений фундаментальных исследований, а также анализ кадровых ресурсов страны для прогнозирования потенциала развития таких направлений. Подобного рода информация помимо науковедческого интереса полезна для расширения информационной среды в научной и инновационной деятельности, создания баз данных для наукоемкого бизнеса, активизации международного научно-технологического сотрудничества.

В последнее время в нашей стране проводится значительная работа по формированию национальной политики в области науки и технологий. В 1996 г. впервые Правительством РФ утверждены две концептуальные федеральные программы научно-технологического развития: «Приоритетные научные направления и критические технологии федерального уровня» и программа «Национальная технологическая база» /1996 – 2005 гг./. Разработка этих документов, в отличие от технологически развитых государств, в которых регулярно проводятся экспертные оценки и науковедческие исследования в области долгосрочного прогнозирования технологического развития, – первый подобного рода шаг на федеральном уровне². Выделенные научно-технологические направления, вне всяких сомнений, являются важным ориентиром в государственной научно-технической политике. Однако хорошо известно (см., например, [4]), что полученные перечни технологий скорее выражают стратегические цели и желания, чем реальные возможности государства. В связи с этим необходимо искать иные и, возможно, более скромные, но реальные подходы к определению приоритетов. При этом необходимо рассчитывать на обеспеченность собственными ресурсами (в том числе и кадровыми) для осуществления подобных проектов.

Одним из таких подходов является система грантов Российского Фонда фундаментальных исследований (РФФИ). Используемый в РФФИ конкурсный подход позволяет отбирать лучшие идеи и талантливейших ученых и тем самым способствует выявлению наиболее перспективных научных направлений и естественной (стихийной) концентрации ученых именно на этих направлениях, вокруг наиболее важных и оригинальных задач. Близкая по идее конкурсная программа поддержки российских ученых – Международная сосросовская программа образования в области точных наук (ISSEP). К сожалению, в отличие от РФФИ, эта программа, насколько известно, пока не обладает собственной информационной базой. В данной работе этот пробел в определенной степени ликвидирован. В результате структурирования и статистического анализа публикаций в Соросовском образовательном журнале (СОЖ) мы попытались найти ответы на следующие вопросы:

1. Каково распределение научного потенциала нашей страны по направлениям в области точных наук?

2. Каково соотношение между чисто фундаментальными исследованиями и фундаментальными исследованиями в интересах прикладной науки? 3. Как соотносится спектр реально осуществляемых исследований и разработок с перечнем научных направлений, официально утвержденных в качестве приоритетных? Таким образом, по сути, речь идет о выявлении приоритетов в области фундаментального знания, основанном на анализе реального распределения интеллектуального потенциала страны по научным направлениям.

Выбор Соросовского образовательного журнала для проведения исследования состояния российской фундаментальной науки обусловлен рядом причин:

1. СОЖ является уникальным научным изданием, в котором публикуются обзорные материалы по всем важнейшим направ-

лениям в области точных наук (физика, химия, математика, биология, науки о Земле).

2. Авторами публикаций обычно являются наиболее активно работающие в науке известные российские ученые – обладатели грантов ISSEP. Как правило, это руководители ведущих научных школ, структурных подразделений университетов и академических институтов.

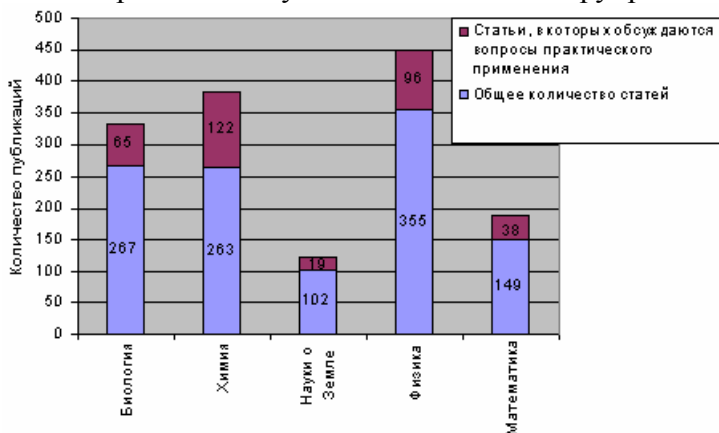
3. Требования редколлегии журнала, строгое выполнение которых обеспечивается специальной системой рецензирования, предусматривают, что статьи должны быть написаны на современном научном материале и давать ясное представление о состоянии науки в конкретной области знания и месте обсуждаемой проблемы в общей системе знаний.

К моменту постановки нашей работы в журнале опубликовано более 1000 статей, что позволило использовать этот материал для составления репрезентативной базы данных, отражающей распределение интеллектуальных ресурсов академической и вузовской науки по направлениям в области точных наук. Рассмотрим основные результаты проведенного исследования.

Классификация общего уровня. Опубликованные в СОЖ статьи распределены по пяти общим рубрикам, которые традиционно используются при классификации точных наук: биология (науки о жизни), химия, науки о Земле, физика, математика. Целью общей классификации являлся сравнительный количественный анализ представления прикладных аспектов проблемы в публикациях по указанным рубрикам (т.е. по общим областям знания). В соответствии с постановкой задачи проводилась селекция опубликованных материалов по уровню освещения практической стороны конкретной области знания, являющейся предметом публикации (технической, технологической, экономической, социальной значимости данной научной проблемы). Отметим, что опубликованные в СОЖ обзоры, как правило, освещали фундаментальные научные проблемы, однако при этом

во многих работах содержались в той или иной степени обоснованные и проработанные предпосылки для решения прикладных задач. В ряде публикаций вопросам практического применения уделялось первостепенное внимание. Таким образом, все публикации были разбиты на две группы, условно обозначенные нами символами «В» и «Н»: группа В – высокий уровень представления прикладных аспектов проблемы, группа Н – низкий уровень представления прикладных аспектов проблемы (как правило, в эту группу попадали статьи, в которых вообще не упоминаются вопросы практического применения обсуждаемой проблемы). Всего проанализировано 1136 публикации в 67 выпусках журнала (все статьи с момента выхода СОЖ в конце 1995 года до выпуска №8 в 2001 году). Основные результаты классификации общего уровня приведены на рис. 1. Видно, что вопросы практического применения наиболее часто обсуждаются в статьях по химии (46% всех публикаций этого раздела) и наименее часто – в науках о Земле (19%). Для публикаций по физике этот показатель равен 27%, по математике – 26%, биологии – 24%. Средний по журналу «индекс технологичности» $It = NB / (NB + N_n)$, характеризующий относительную долю публикаций группы «В» в общем потоке публикаций по всем рубрикам, составляет 29,9 % (всего в гр. В оказалось 340 статей).

Рис. 1 Распределение публикаций по общим рубрикам.



Отдельно выделены публикации группы В.

Классификация среднего уровня. Для проведения классификации среднего уровня внутри каждого базового раздела был выделен ряд крупных тематических подразделов – научных направлений. Таким образом, каждая из анализируемых статей попадала в тот или иной подраздел, сохраняя при этом «статус» В или Н. В разделе «Биология» нами выделено 7 подразделов: «Молекулярная и клеточная биология (в том числе генетика и геновая инженерия)», «Биохимия», «Биофизика», «Общая теория», «Физиология животных», «Физиология растений», «Иммунология».

Раздел «Химия» поделен на 9 подразделов: «Органическая химия», «Химия комплексных соединений и полимеров», «Общие вопросы», «Адсорбция и катализ», «Химия твердого тела», «Новые материалы», «Физическая химия», «Нефтехимия», «Квантовая химия».

«Науки о Земле» представлены 8 подразделами: «Геология», «Геоэкология», «Минералогия», «Общие вопросы», «Магматические процессы», «Геофизика», «Геохимия», «Эволюция вселенной».

В «Физике» выделено 11 подразделов: «Астрофизика», «Общие вопросы», «Физическое материаловедение», «Физика твердого тела», «Оптика и квантовая электроника», «Атомная и ядерная физика», «Физика и техника полупроводников», «Механика, аэро– и гидродинамика», «Физика и техника высоких энергий», «Радиофизика», «Физика плазмы».

Раздел «Математика» также разделен на 11 подразделов: «Алгебра», «Информатика. Математическое моделирование», «Теория функций», «Теория управления», «Общие вопросы», «Дифференциальные уравнения», «Математическая физика. Теория динамических систем», «Геометрия», «Финансовая математика», «Математическая логика».

В результате была создана база данных по научным направлениям в каждом из основных разделов. При этом появилась возможность выявления наиболее перспективных в прикладном отношении научных направлений и технологий. Результаты классификации среднего уровня представлены ниже в виде диаграмм распределения публикаций по научным направлениям (рис. 2 – 6). Отметим некоторые выводы, вытекающие из проведенного анализа.

«Биология». В технологическом отношении наиболее перспективными научными направлениями являются «Биохимия» и «Молекулярная и клеточная биология (в первую очередь направление «Генная инженерия»)». Статьи в области общей теории, физиологии животных, физиологии растений и иммунологии, как правило, не содержат каких-либо сведений о возможных практических приложениях (в динамике публикаций по годам сохраняется та же картина).

«Химия». Этот раздел отличается относительно равномерным распределением индекса технологичности It по направлениям. Вместе с тем можно выделить следующие перспективные в технологическом отношении подразделы: «Новые материалы», «Адсорбция и катализ», «Физическая химия», «Химия комплексных соединений и полимеров».

«Науки о Земле». В целом, как уже отмечалось выше, этот раздел характеризуется наименьшим значением It . Судя по публикациям в СОЖ, в отношении практического использования представляют интерес лишь два научных направления «Геология», «Геоэкология». «Физика». Наиболее важными с технической и технологической точек зрения являются направления «Физическое материаловедение», «Оптика и квантовая электроника», «Физика и техника полупроводников». Интересно, что лидирующее по количеству публикаций направление «Астро-

физика» (13,5 % от общего числа статей по физике) оказывается совершенно не представленным в группе В ($I_t = 0$), что свидетельствует о сугубо академическом развитии этого направления.

«Математика». Явным технологическим лидером является направление «Информатика и математическое моделирование». Несмотря на относительно небольшое количество публикации, следует отметить направление «Финансовая математика», характеризующееся значением $I_t = 1$.

Рис. 2. Биология. Распределение публикаций групп «В» и «Н» по научным направлениям

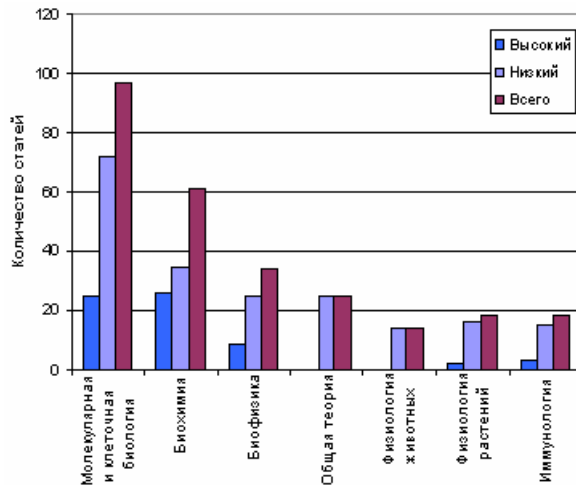


Рис. 3. Химия. Распределение публикаций групп «В» и «Н» по научным направлениям

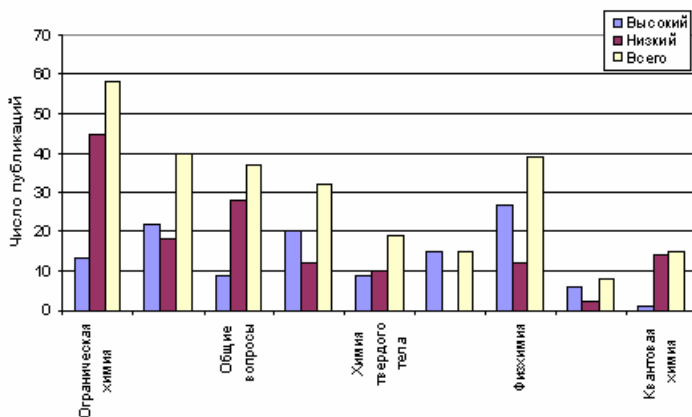


Рис. 4. Науки о Земле. Распределение публикаций групп «В» и «Н» по научным направлениям.

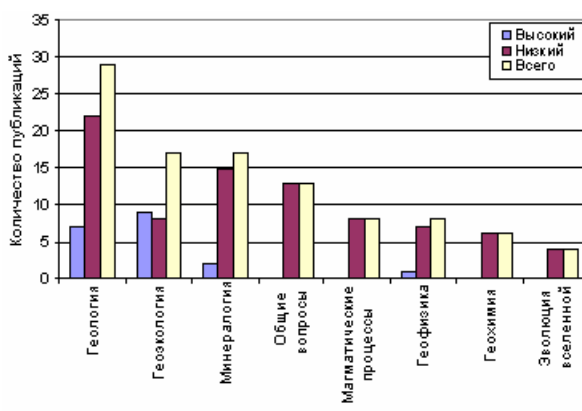


Рис. 5. Физика. Распределение публикаций групп «В» и «Н» по научным направлениям.

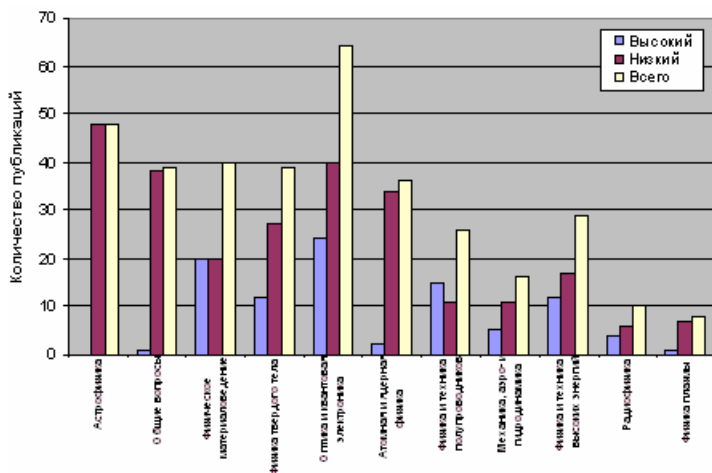
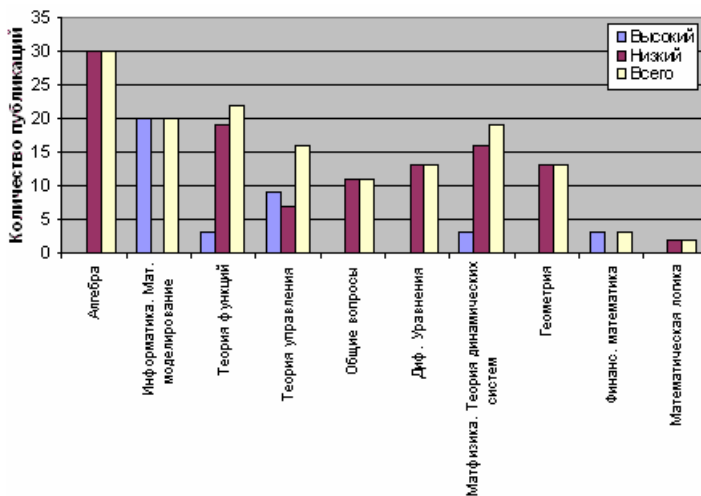


Рис. 6. Математика. Распределение публикаций групп «В» и «Н» по научным направлениям.



Итоговый рейтинг перспективных научно-технологических направлений

Для составления итогового перечня перспективных научно-технологических направлений нами введен формальный 4 % барьер: выделены те подразделы классификации среднего уровня, которым посвящено не менее 4 % от общего количества публикаций, отнесенных к группе В. В результате в итоговый перечень попали только те направления, по которым в СОЖ опубликовано не менее 14 статей. Выявленные таким образом 10 научно – технологических направлений и соответствующие им весовые вклады приведены на рис. 7.

Отметим, что направления «Физика материалов» (раздел «Физика»), «Новые материалы» («Химия»), «Катализ» («Химия»), «Комплексные соединения и полимеры» («Химия») с учетом общей тематической направленности, естественно собрать в единый подраздел «Материалы». После такой корректировки получаем итоговый тематический рейтинг семи наиболее перспективных с точки зрения распределения кадрового потенциала научно-технологических направлений (рис. 8).

Видно, что по количеству публикаций безусловным лидером является направление «Материалы» (более трети от общего потока публикаций по направлениям, включенным в итоговый рейтинг). Анализ содержания опубликованных статей показывает, что основные тематики материаловедческих исследований, проводимых в нашей стране, в целом соответствуют научным и технологическим проблемам, сформулированным в направлении «Новые материалы и химические технологии» критических технологий федерального уровня [3]. Исключением является лишь п. 3.4 этого направления: «Материалы для микро– и наноэлектроники». Это связано с тем, что многие работы в этой области представлены в подразделах «Физика и техника полупроводников» полученного нами итогового рейтинга.

Одним из важнейших по значимости также является тематический блок «Технологии живых систем», представленный разделами «Молекулярная и клеточная биология» и «Биохимия». Значительный кадровый потенциал в области точных наук сосредоточен на направлениях «Оптика и квантовая электроника»,

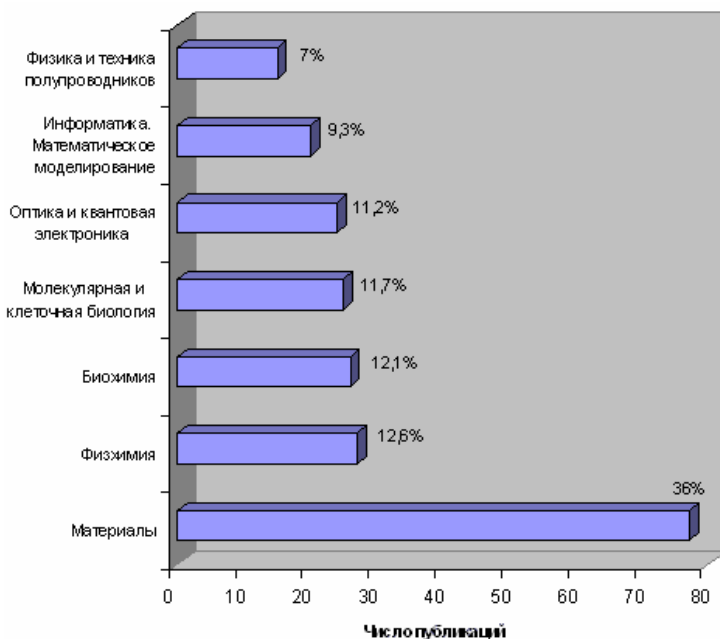
«Информатика. Математическое моделирование», «Физика и техника полупроводников». Таким образом, в целом среди публикаций СОЖ доминируют тематики общего ядра научных приоритетов всех индустриально развитых стран [5, 6], однако выявленный в настоящей работе порядок их расстановки, по-видимому, отражает национальную специфику распределения кадрового потенциала в области точных наук.

В заключение отметим, что применению библиометрических подходов к проблеме мониторинга фундаментального знания и выбору научных приоритетов во всем мире уделяется очень большое внимание [5-8]. В нашей стране такие исследования находятся на этапе становления. Однако не вызывает сомнения, что их результаты могут играть важную роль в разработке стратегий развития промышленных предприятий, крупных исследовательских центров и университетов. По-видимому, они должны учитываться и при корректировке научно-технической политики государства.

Рис. 7. Наиболее перспективные в технологическом отношении научные направления (по результатам анализа СОЖ)



Рис. 8. Итоговый тематический рейтинг перспективных научных направлений (по результатам анализа публикаций в СОЖ)



Список литературы

1. Юревич А.В. Наука и рынок. // Общественные науки и современность. 1999. №1. С. 29.
2. Козлов Г.В. Современные приоритеты развития отечественной науки. // Мир библиографии. 1999. № 5. С. 2.
3. WWW-сервер Фонда развития [http:](http://)
4. Ракитов А.И. Критика критических. // Поиск. 2001. №26(632). С. 8.
5. Авдулов А.Н., Кулькин А.М. Власть, Наука, Общество. Система государственной поддержки научно-технической деятельности: опыт США. М.: Институт научной информации по общественным наукам РАН, 1994, 284 с.
6. Бедный Б.И. Перспективные научные направления и технологии XXI века. Нижний Новгород: ННГУ, 1999, 90 с.
7. Маршакова-Шайкевич И.В. Вклад России в развитие науки: библиометрический анализ. М.: ТОО «Янус», 1995, 246 с.

8. Минин В.А. Фундаментальная наука в зеркале публикаций. // Мир библиографии. 2000. № 1. С. 24.

1 Работа выполнена при поддержке Минобразования РФ (программа «Государственная поддержка региональной научно-технической политики высшей школы и развитие ее научного потенциала», подпрограмма «Формирование кадрового потенциала науки и управление научно-техническим развитием регионов», код проекта 138).

2 Недавно состав критических технологий федерального уровня был пересмотрен. В новом Перечне вместо прежних семидесяти сформулировано 52 крупных научно-технологических направлений [3].