

РОССИЙСКАЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА В ТРЕТЬЕМ ТЫСЯЧЕЛЕТИИ

Положение фундаментальной науки и прогноз ее развития на ближайшие годы представляют большой интерес. Оценка ситуации в нашей стране проводилась в 1999 г. по инициативе Министерства науки и технологий РФ в рамках межведомственной программы "Перспективы научно-технологического развития России до 2010 года". В публикуемой ниже статье авторы рассказывают об основных результатах этой работы.

Ларичев Олег Иванович - академик, заведующий отделом теории и методов принятия решений;
Минин Владимир Александрович — кандидат физико-математических наук, начальник отдела методики и анализа Российского фонда фундаментальных исследований;
Петровский Алексей Борисович - доктор технических наук, заведующий лабораторией систем поддержки принятия решений;
Шепелев Геннадий Иванович - кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, - работают в Институте системного анализа РАН.

В XX в. росло влияние фундаментальных исследований на жизнь людей. Современные механизмы, "зеленая" революция в продовольствии, атомная энергетика, компьютерные сети - все это основано на научных открытиях, плоды которых уже внесли коррективы в жизнь почти каждого человека. Резко изменилась организация науки: из труда ученых-одиночек она превратилась в систему производства знаний, в которой заняты тысячи людей из разных стран. Решение многих проблем своего развития человечество связывает с достижениями науки. Обеспечение дешевой энергией, борьба с болезнями, интеллектуальные работы, познание Вселенной - вот небольшой перечень направлений, в которых в XXI в. ожидаются большие достижения.

Нам хотелось бы подчеркнуть особую роль фундаментальной науки в современной России, выделив следующие обстоятельства:

- Уровень образования и науки сейчас является визитной карточкой государства. Именно отечественные ученые поддерживают престиж нашей страны за рубежом. Позитивное отличие современной России от многих развивающихся стран - не в наличии атомного оружия, а в существовании мощного слоя людей с хорошим (по мировым стандартам) уровнем образования.
- В стране, где не проводятся фундаментальные исследования, не может быть качественного образования. Высокий уровень подготовки молодых специалистов характерен именно для тех вузов, где большинство преподавателей активно участвует в исследованиях.
- Будущая экономическая мощь России, конкурентоспособность и наукоемкость отечественной продукции во многом определяются уровнем исследований, в том числе фундаментальных, и наличием квалифицированных кадров.

Фундаментальные исследования в нашей стране проводятся академическим сектором - Российской академия наук (РАН), Российской академия медицинских наук (РАМН), Российской академия сельскохозяйственных наук (РАСХН), а также вузовским и предпринимательским (отраслевым) секторами. На долю академического сектора приходится около 40% бюджетных средств, выделяемых на финансирование гражданской науки. С созданием в 1991 г. Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) появился источник дополнительной поддержки исследований. Размеры грантов РФФИ невелики (бюджет фонда составляет около 6% ассигнований на гражданскую науку), но их получение престижно для любого ученого. Можно утверждать, что исполнители проектов РФФИ, в числе которых сотрудники академий и преподаватели вузов, - это наиболее активно и продуктивно работающие ученые, определяющие современный уровень российской науки. Поэтому в основу анализа сложившейся в 90-е годы в стране системы проведения фундаментальных исследований был положен подход, сочетающий обобщение информации о деятельности РФФИ, академий и экспертных оценок отдельных ученых.

В качестве объектов оценки были определены приоритетные направления исследований, утвержденные президиумами РАН, РАМН, РАСХН. Были подготовлены аналитические материалы по 160 направлениям в физико-математических, технических, химических науках и науках о материалах, о жизни, о Земле, а также в сельскохозяйственных и медицинских науках. Науки гуманитарного профиля не рассматривались.

В составлении прогнозных материалов участвовали ведущие ученые, среди которых 20 академиков и 26 членов-корреспондентов. Материалы содержали анализ состояния и тенденций развития исследований с выделением точек роста научного знания и актуальных проблем, на которых, по мнению эксперта, сконцентрируется внимание ученых в предстоящие 10 лет. Эксперт оценивал значимость каждой проблемы с точки зрения возможностей открыть перспективные пути развития науки и техники, изменить представления об окружающем нас мире, создать средства для удовлетворения неотложных практических потребностей, влиять на различные сферы жизни человека и общества и на состояние природной среды. В рамках каждой проблемы учитывалось положение российской науки в мировом научном сообществе, приводились наиболее значительные результаты, достигнутые за последние годы в стране и за рубежом, а также данные, которые могут быть получены в ближайшие 10 лет. Эксперт оценивал возможные области практического применения результатов при разработке новых прогрессивных технологий или совершенствовании действующих. Важной частью прогноза был анализ факторов, влияющих на эффективность исследований, в том числе уровень обеспеченности научными кадрами (количество и квалификация, возрастной состав), материально-техническая оснащенность (современное оборудование, вычислительная техника, материалы, реактивы) возможности доступа к мировым информационным ресурсам. Оценивалась и степень развития международных научных связей российских ученых. В заключительной части прогноза эксперт предлагал пути сохранения и развития фундаментальной науки в стране. После обобщения прогнозов были подготовлены обзорные аналитические материалы, отражающие мнения экспертов о положении и перспективах развития фундаментальной науки.

Результаты любого анализа субъективны. Они определяются кругозором эксперта, уровнем его компетентности, адекватностью оценки результатов, полученных другими учеными, способностями к предвидению будущих открытий. Кроме того, в материалах экспертов в большинстве случаев оценивалось то направление, где работает ученый. Тем не менее, эти результаты представляют несомненный интерес, так как отражают коллективную точку зрения авторитетных представителей российского научного сообщества. Но чтобы составить полную и объективную картину состояния науки, суждения экспертов сопоставлены с результатами анализа проектов, выполняемых по грантам РФФИ.

Результаты исследований российских ученых. Уровень исследований, проводящихся в СССР и ныне в России, в большинстве естественных наук достаточно высок. Судя по оценкам экспертов, примерно в 70% актуальных проблем всех областей фундаментальной науки работы российских ученых широко признаны в мировом научном сообществе, соответствуют или определяют уровень мировой науки. Отставание от мировых стандартов исследований констатируется в 30% решаемых проблем. Оптимистично выглядит и мнение экспертов о будущей роли российских ученых в фундаментальных работах в ближайшие 10 лет. В тех проблемах, где существует влияние российских ученых, оно будет возрастать или останется на том же уровне. Косвенными свидетельствами высокого качества работ, проводимых в стране, служат широта и разнообразие международных научных связей. По оценкам экспертов, совместные исследования с головными зарубежными научными учреждениями ведутся по более чем трети решаемых проблем, российские ученые имеют гранты на выполнение международных программ и проектов. Многие исследователи регулярно читают лекции в зарубежных университетах.

Особое внимание при разработке прогнозов было уделено анализу возможности применения на практике результатов научных работ. В качестве предполагаемых областей практического использования результатов фундаментальной науки выступали прогрессивные технологии, представленные в утвержденном перечне критических технологий федерального уровня. Судя по оценкам экспертов, лидерами являются экология и рациональное природопользование (20% результатов), технологии живых систем (15%). Остальные области имели примерно одинаковые показатели. Характерно, что только 12.5% из указанных в прогнозах результатов фундаментальных исследований не имели выраженной практической направленности.

Прогностические оценки экспертов согласуются с данными о практической направленности фундаментальных исследований, выполняемых при финансовой поддержке РФФИ. Распределение предложений о возможности дальнейшего использования результатов завершившихся проектов при разработке критических технологий федерального уровня следующее: экология и рациональное природопользование - 20.2% всех проектов, информационные технологии - 18.3%, технологии живых систем - 11.8%.

Подтверждением субъективной точки зрения экспертов об уровне и продуктивности фундаментальных исследований служат данные о публикациях, вышедших в свет в ходе выполнения проектов, финансируемых РФФИ. В 1997 г. почти 41 тыс. исследователей участвовали в выполнении 8.7 тыс. проектов. Было опубликовано около 59 тыс. научных работ, среди которых 27.5 тыс. статей в научных журналах, 2.1 тыс. статей в продолжающихся изданиях, 7.5 тыс. статей в сборниках, 18 тыс. тезисов докладов. Интересны и показательны для анализа статьи в научных журналах. Именно такие публикации являются для ученого основной формой сообщения о достигнутых результатах.

Анализ показал высокую степень интегрированности российских ученых в мировой научный процесс: 33.1% статей участников проектов РФФИ опубликованы в зарубежных изданиях, что говорит об их соответствии высоким международным требованиям. По этому признаку области знания разделены на три группы. Физика и астрономия имеют показатель выше среднего: за рубежом опубликовано 47.7% статей. В таких областях, как, математика, механика, информатика; химия; биология, медицинская наука, положение близко к среднему и примерно одинаково: 28.5, 29.9, 30.4% соответственно. Для наук о Земле и о человеке, природе и обществе этот показатель наименьший: 24.3 и 12.3%. Учитывая, что статьи, публикуемые в ведущих отечественных журналах, также переводятся за рубежом (хотя и с некоторой задержкой), мировому научному сообществу доступны почти 76% работ, напечатанных по проектам РФФИ. Таким образом, российские ученые продолжают влиять на мировую науку. В 1995 г. им принадлежало около 4% опубликованных в мире статей (в 5 раз меньше доли ученых США).

Кадровый потенциал. К началу 1999 г. в 448 научных организациях РАН работало 105.7 тыс., а в 1990 г. - 137.7 тыс. человек. Численность исследователей за эти годы уменьшилась с 78.5 до 62.0 тыс. человек. Но сокращение персонала в РАН сопровождается ростом числа ученых высшей квалификации - докторов наук - с 6.4 тыс. в 1990 г. до 8.9 тыс. в 1998 г.

К сожалению, резко снизился приток молодых специалистов. На работу в РАН в 1997 г. пришло 1.1 тыс. человек, что втрое ниже, чем в 1990 г. Уменьшилась и роль аспирантуры в пополнении научных кадров академии. Несмотря на то, что численность аспирантов в институтах РАН в 1998 г. составила 9.6 тыс. что в 3.3 раза больше, чем в 1994 г., у большинства из них нет интереса к научной карьере. Это отражается на эффективности деятельности аспирантуры. Так, в 1998 г. только 10.5% ее выпускников завершили обучение с защитой диссертации (в 1994 г. - 13.6%), и лишь десятая их часть осталась работать в РАН.

Отсутствие условий для нормального воспроизводства научных кадров ведет к изменению их возрастной структуры. Доля исследователей в возрасте до 40 лет в институтах академии

сократилась с 42.3% в 1992 г. до 28.1% в 1998 г., а количество лиц старше 60 лет за этот период возросла с 8.4 до 19.8%. Примерно 51% докторов наук пенсионного возраста в 1992 г. их было 39.6%). Даже в столь динамичных областях науки, как ядерная физика, информатика, биология, средний возраст академиков достигает 68-69 лет.

Схожую структуру ученых, выполняющих фундаментальные исследования, дают сведения об участниках проектов РФФИ. В 1997 г. гранты получили около 41 тыс. исследователей, - руководители проектов, в основном ученые старших возрастов (56-60 лет), меньше всего руководителей в возрасте 25-30 лет; исполнители распределены более равномерно, и преобладают люди в возрасте 45-50 лет. Возрастная структура ученых, выполняющих проекты РФФИ, представлена на рисунке. Выделяются "горбы" в районах 24—25, 48-50 и 58-60 лет, причем у мужчин они выражены резче, чем у женщин. Мы считаем, что на самом деле это не "горбы", а границы "провалов". Первый из них, образовавшийся в интервале 25-48 лет, - следствие катастрофического воздействия на науку общественно-политических процессов последнего десятилетия. В результате многие ученые вынуждены мигрировать из науки в бизнес, за рубеж, причем, как видно из рисунка, это были в основном мужчины в возрасте 27-32 лет. Второй провал - 50-57 лет - это демографические следствия высокой смертности мужчин и низкой рождаемости в годы Великой Отечественной войны и в первые послевоенные годы.



Эти данные сопоставимы с оценками экспертов, разрабатывавшими прогнозы развития исследований. Авторитетные позиции в мире, занимаемые отечественной фундаментальной наукой, обусловлены высокой квалификацией ученых. Эксперты считают, что пока квалификация и количество научных работников достаточны для проведения исследований. Однако в перспективе сохранение кадрового потенциала отечественной науки прогнозируется в среднем только в четверти, а более чем в половине направлений кадровый потенциал ослабнет. Экспертные оценки изменения кадрового состава не вполне согласуются с оценками степени участия в исследованиях научной молодежи: примерно в 35% направлений отмечена высокая степень участия молодежи, а в 46% - незначительная.

Суммируя результаты анализа, можно сделать неутешительный вывод. Если ситуация в стране по отношению к науке коренным образом не изменится, то через 20-30 лет в российской фундаментальной науке практически не останется ученых в возрасте до 50 лет.

Ресурсное обеспечение. С начала 90-х годов резко понизились объемы финансирования научно-технической сферы. При этом, если оборонный сектор, здравоохранение и образование сохранили доли выделяемых средств из валового внутреннего продукта (ВВП) страны, то

расходы на исследования и разработки сократились с 2.03% ВВП в 1990 г. до 0.74-0.97% ВВП в 1992-1999 гг. Для сравнения: ведущие индустриальные страны выделяют на эти цели - 2.92% ВВП (Япония), 2.79% (США), 2.33% (Германия), 2.23% (Франция), 1.87% (Великобритания). Российская наука сейчас не имеет внутренних ресурсов не только для роста, но и для сохранения имеющегося потенциала. Но даже и эти скудные средства поступают несвоевременно. Хроническое невыполнение плановых объемов и сроков финансирования приводит к задержкам выплаты заработной платы и расчетов по поставкам. Нестабильность и недостаточное финансирование науки сказываются в первую очередь на ученых. Академии все труднее поддерживать уровень фундаментальных исследований. Главная причина - беспрецедентно низкая оплата труда, не компенсирующая удорожание стоимости жизни.

Для получения достаточных средств многие специалисты либо уходят из науки, либо вынуждены заниматься дополнительной работой, причем не всегда по специальности. Низкая оплата труда влечет за собой падение статуса научного работника в обществе, снижает привлекательность исследовательской деятельности как для самих ученых, так и для выпускников высших учебных заведений и аспирантуры, в результате чего наука остается без притока молодежи.

Неуклонный рост цен на оборудование и материалы, тарифов на тепло и электроэнергию, коммунальные услуги, аренду и охрану помещений привел к тому, что институты не в состоянии обеспечивать научный процесс необходимой техникой, оборудованием, приборами, материалами, реактивами, научной литературой и т.д. За последние годы уровень технической оснащенности академических институтов заметно снизился. Он не выдерживает сравнения не только с обеспечением исследовательского процесса в аналогичных западных учреждениях, но и с ситуацией прежних лет. Так, по данным Центра исследований и статистики науки Министерства науки и технологий РФ и РАН, затраты на приобретение оборудования в 1997 г. составили 1.9% от внутренних текущих затрат, в то время как в 1996 г. они равнялись 2.7%, а в 1994 г. - 3.5%. В особо тяжелом положении оказались капиталоемкие направления исследований, нуждающиеся в современном дорогостоящем оборудовании и в производственных помещениях. Несколько лучше положение в институтах, работы которых в меньшей степени зависят от состояния экспериментальной базы.

По экспертным оценкам в стране не существует ни одного приоритетного научного направления, по которому исследования были бы полностью обеспечены современным оборудованием. В 72.5% направлений есть лишь отдельные образцы современной аппаратуры, а у 7.5% - новейшее оборудование отсутствует. Разрушение технической базы - существенный фактор, сдерживающий развитие научного процесса. Это, по мнению самих исследователей, наряду с низким уровнем оплаты труда - одна из основных причин отъезда российских ученых за границу. При достаточно скромных количественных масштабах такая миграция затрагивает наиболее талантливых и квалифицированных специалистов и может иметь серьезные качественные последствия. Самостоятельно справиться с проблемой российской науке не под силу. Необходимы дополнительные инвестиции, чтобы исправить создавшееся положение.

Оценивая информационное обеспечение исследовательского процесса, эксперты считают его уровень недостаточным (в 47% актуальных научных проблем по всем областям знания) или удовлетворительным (33%). Особенно беспокоит экспертов состояние научных библиотек. За последние годы сократились возможности работы с новой научной литературой (как отечественной, так и иностранной). Лишь прямые связи с зарубежными партнерами позволяют частично восполнять этот пробел.

В перспективе, по мнению экспертов, для 44% проблем информационное обеспечение исследований останется на том же уровне, а для 32% может ухудшиться. Надежды на улучшение ситуации возлагаются на расширение возможностей использования современных компьютерных технологий и телекоммуникационных сетей для доступа к мировым информаци-

онным ресурсам, в частности по программе РФФИ "Электронные библиотеки". Еще одним каналом обмена научной информацией служит участие российских ученых в конференциях, симпозиумах, конгрессах. Для 63% проблем степень участия в подобных мероприятиях была оценена экспертами как высокая, и предполагается, что в перспективе это положение не ухудшится в 58% проблем.

Таким образом, сегодня все составляющие ресурсного потенциала фундаментальной науки не способствуют полной профессиональной отдаче научных кадров. По самооценкам ученых, их профессиональный потенциал в среднем реализуется лишь наполовину.

Предложения по сохранению и развитию фундаментальной науки. Авторы прогнозов наметили пути положительного изменения ситуации в науке. Выделим наиболее важные из предложений ученых.

- Государство должно не просто декларировать, а выполнять принятые законодательные акты, касающиеся научно-технической сферы, в частности, положения закона о науке.
- Следует сформировать четкую государственную научно-техническую политику, трансформированную в совокупность долгосрочных программ с выделением стратегически важных направлений. Денежное обеспечение некоторых проектов в тех областях, где российские ученые занимают лидирующее положение в мире, надо осуществлять в достаточном объеме при строгой ответственности государственных органов за срыв финансирования. Государственная поддержка не приоритетных исследований должна быть прекращена. Финансирование подобных работ следует осуществлять за счет внебюджетных источников под контролем государства.
- Требуется существенно увеличить объемы бюджетных средств, выделяемых российскому фонду фундаментальных исследований и Российскому гуманитарному научному фонду, для усиления роли конкурсных источников финансирования, увеличения размеров грантов, обеспечения участия российских ученых в международных конференциях и публикации большего числа монографий, получивших положительную рецензию.
- Необходимо сформировать механизмы стимулирования платежеспособного спроса на результаты исследований со стороны хозяйствующих субъектов Российской Федерации.
- Нужны налоговые льготы научно-исследовательским учреждениям, ведущим ограниченную коммерческую деятельность, если она связана с проводимыми научными работами, а вся прибыль идет на развитие исследований.
- Следует всемерно поддерживать интерес крупных зарубежных компаний к созданию своих лабораторий в российских научных центрах (Черноголовка, Пущино, Дубна и др.). Яркими примерами подобного подхода могут служить лаборатории IBM (США) в Цюрихе (Швейцария) и NEC (Япония) в Принстоне (США).
- Должна быть прекращена практика закупки за бюджетные средства импортного оборудования, аналоги которого производятся в России. Необходима государственная поддержка отечественных производителей малосерийного научного оборудования. Одновременно следует освободить от таможенных пошлин, налогов и других сборов научное оборудование, приборы, реактивы, материалы, поступающие из-за рубежа по грантам или для выполнения совместных исследований.
- В резком улучшении нуждается информационное обеспечение исследований. Необходимо выделить средства на работу ученых в Интернете, а также на создание в крупнейших академических библиотеках компьютерных баз публикаций для бесплатного пользования.

- Следует перейти к реальной интеграции академической, отраслевой и вузовской науки. На базе ведущих лабораторий научных организаций и кафедр университетов нужно образовать центры, сочетающие учебный процесс и научную деятельность, при этом обязательно ввести в состав кафедр специалистов из исследовательских институтов. Должны быть созданы возможности для привлечения ученых к чтению современных спецкурсов, увеличена доля факультативных занятий и расширено участие студентов в исследованиях.
- На базе ведущих научных организаций и университетов необходимо открыть центры коллективного пользования уникальным исследовательским оборудованием.
- Требуется восстановить престижность труда ученых, повысить их общественный статус и социальную защищенность, создать реальные стимулы для увеличения притока молодежи в науку. Средняя оплата труда научных работников и аспирантов должна быть не ниже, а у имеющих ученую степень - выше прожиточного минимума. Пенсии для неработающих ученых должны составлять 75-80% от их фактического заработка, полученного перед выходом на пенсию. Молодым ученым, поступающим на работу в академические учреждения, нужно выделять служебные квартиры.
- Надо поощрять ученых, ведущих активную научно-исследовательскую деятельность: освобождать от налогов средства, получаемые ими по зарубежным грантам; оплачивать участие в проводимых за рубежом научных конференциях при принятом докладе (хотя бы одна поездка в год для имеющих ученую степень и аспирантов); желательно выплачивать денежные премии за публикацию статей в ведущих международных научных журналах, как это делается в некоторых из бывших социалистических стран.

В отечественной системе проведения фундаментальных исследований заняты десятки тысяч ученых из различных организаций и регионов страны. Это бесценное достояние России. Многие результаты фундаментальных разработок находятся на мировом уровне и способствуют решению практических задач. Несмотря на оптимистический характер оценок экспертов, объективные данные говорят о серьезной угрозе существованию российской науки. Резкое уменьшение притока молодежи в науку, старение научных кадров показывают, что система проведения фундаментальных исследований находится в критическом состоянии. Ближайшие семь-десять лет будут решающими для ее существования: либо произойдет непоправимое разрушение научных школ, либо заметное усиление внимания и поддержки государства и общества приведут к сохранению и увеличению потенциала фундаментальной науки России.

Российская фундаментальная наука в третьем тысячелетии / О. И. Ларичев, В. А. Минин, А. Б. Петровский, Г. И. Шепелев // *Вестник Российской академии наук*.— 2001.— Т. 71, № 1. — С. 13–18.

```
@Article{Larichev_Minin_Petrovsky_Shepelev_2001,
  author = "Ларичев, О. И. and Минин, В. А. and
           Петровский, А. Б. and Шепелев, Г. И.",
  title = "Российская фундаментальная наука в третьем тысячелетии",
  journal = "Вестник Российской академии наук",
  volume = "71",
  number = "1",
  pages = "13--18",
  year = "2001",
  language = "russian",
}
```