

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК**

**ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

**ПО ОБЩЕСТВЕННЫМ НАУКАМ**

**МИНИСТЕРСТВО  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ,  
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ РФ**

**МИНИСТЕРСТВО  
ОБРАЗОВАНИЯ РФ**

**ЦЕНТР ИНФОРМАТИЗАЦИИ, СОЦИАЛЬНЫХ,  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
И НАУКОВЕДЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

**Наукоедческие исследования**

**Москва  
2003**

ББК 72  
Н34

Серия

*«Методологические проблемы  
развития науки и техники»*

**Центр научно-информационных исследований  
по науке, образованию и технологиям**

Редакционная коллегия серии:

*Кулькин А.М.* (главный редактор), *Авдулов А.Н.*,  
*Али-заде А.А.*, *Грановский Ю.В.*, *Микешина Л.А.*,  
*Ракитов А.И.*, *Швырев В.С.*

**Ответственный редактор**

**д-р филос. наук, профессор *А.И.Ракитов***

Н34

**Научоведческие исследования: Сб. науч. тр. / Отв. ред.  
Ракитов А.И.; РАН. ИНИОН. Центр науч.-информ. ис-  
след. по науке, образованию и технологиям; Центр информ-  
матизации, социал., технол. исслед. и науковед. анализа. —  
М., 2003. — 144 с.  
ISBN 5-248-00190-0**

Наука XXI в. – важнейший фактор экономических, социальных и культурных трансформаций в глобальном масштабе. Она требует нового науковедения. Сборник открывается статьей, излагающей новый синтагматический подход, который приходит на смену парадигматическому подходу. В трех следующих публикациях рассматриваются важнейшие критические технологии и дается анализ патентной динамики. В последней статье сборника обсуждаются перспективы создания в России исследовательских университетов как системы подготовки элитных научных кадров.

Science is the most impotent factor of social, economic and cultural transformations on the global scale. It demands scientific researches itself. The book opened with the article proclaiming the new syntagmatic approach instead of paradigmatic. In 3 following articles there are considered impotent critical technologies and is the given a patent analysis. In the concluding article there are discussed perspectives of creating researching universities for training elite scientific corpus.

ISBN 5-248-00190-0

ББК 72  
©ИНИОН РАН, 2003

## СОДЕРЖАНИЕ

Несколько слов о терминах «наукведение» и «наукведческие исследования» .....	4
<i>А.И.Ракитов.</i> Новой науке – новое наукведение (от парадигмы к синтагме).....	6
<i>Ю.В.Грановский.</i> Наукведческий анализ критических технологий по новым материалам и химическим продуктам.....	32
<i>А.А.Ярилин.</i> Наукведческий анализ развития критических биомедицинских технологий. Иммунокоррекция, генодиагностика, генотерапия .....	60
<i>Г.В.Бромберг.</i> Использование патентной информации при выборе приоритетов научно-технического развития .....	79
<i>С.В.Егоров.</i> Модернизация интеллектуально-кадрового потенциала науки и высшего образования: Вопросы инфраструктуры .....	98

## НЕСКОЛЬКО СЛОВ О ТЕРМИНАХ «НАУКОВЕДЕНИЕ» И «НАУКОВЕДЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»

Я совершенно не случайно выбрал в качестве названия этого сборника словосочетание «наукovedческие исследования». Нельзя сказать, чтобы оно грешило особой новизной. Термин «Wissenschaftslehre», точный перевод которого на русский и означает «наукovedение», можно найти в трудах Фихте, Больцано и Шумпетера. У последнего в книге, посвященной истории экономических учений, он употребляется почти в современном смысле. Однако в России, где труды Шумпетера до 90-х годов прошлого века были малоизвестны и совершенно непопулярны, этот термин появился благодаря переводу английского словосочетания «science of science». Возможно, что он имел хождение еще до появления наукометрических работ Прайса. Но время шло, и та совокупность знаний, которая обозначалась этими терминами в различных языках, конституировалась в особую область, особое направление исследований. К тому же, в высокоразвитых странах наука, научно-технологический прогресс, наукоемкая техническая продукция стали играть решающую роль в развитии экономики и росте ВВП. Интерес к исследованиям в экономике науки, социологии науки, научно-кадрового потенциала и подготовки ученых, связи и взаимовлияния науки, образования, технологии и управления развивался чрезвычайно стремительно, и от осведомленности в этой области все чаще зависел успех стратегических решений в области государственной политики в целом.

Недавно я провел Интернет-разведку авторитетных и часто посещаемых сайтов Американской национальной академии наук, Нацио-

нального научного фонда США, Британского научного совета и ряда не менее влиятельных организаций других высокоразвитых стран. К некоторому своему удивлению я обнаружил отсутствие единого маркировочного термина, подобного нашему русскому «науковедению». Мне самому пришлось участвовать и руководить на протяжении последнего десятилетия двадцатого и первых лет нового столетия несколькими весьма внушительными проектами, посвященными исследованиям национальных и международных приоритетов развития науки, критических технологий, механизмов и институтов подготовки элитных кадров, предназначенных для исследовательской деятельности в различных сферах структуры, а также влияния информационных технологий и ресурсов на научные исследования и эволюцию современного общества в целом. Все они в конечном счете решали первостепенные жизненные задачи общесоциального и государственного масштаба. Поэтому мне пришлось потратить немало времени, чтобы выработать новый подход к тому, что традиционно называлось науковедением. В предлагаемом сборнике я постарался объединить разнородные по тематике, но во многом сходные по методологическим установкам статьи, резюмировавшие науковедческие исследования в био-инженерии и биотехнологии, создании новых материалов, организации и использования патентной информации, радикальной модернизации высшего профессионального образования в России. Я не скрываю, что темы эти весьма разнородны, но объясняю их объединение стремлением сформировать новый подход к развитию, методам, направлениям и областям применения науки в различных сферах человеческой деятельности. Возможно, что специалисты, занимающиеся аналогичной работой в разных странах, в конце концов найдут некоторую унифицирующую эти исследования терминологию. И хотя не она определяет научные достижения и роль, которую наука играет в обществе, осознание нового значения науковедения чрезвычайно важно не только для профессиональных ученых, но и для государственных деятелей, от которых во многом зависит построение общества, основанного на знаниях.

Заслуженный деятель науки РФ,  
доктор философских наук, профессор  
*А.И.Ракитов*

А.И.Ракитов

## НОВОЙ НАУКЕ – НОВОЕ НАУКОВЕДЕНИЕ (ОТ ПАРАДИГМЫ К СИНТАГМЕ)\*

События, идет ли речь о бытовых или политических, касающихся личной жизни или общественной, осознаются по-разному, поверхностно и глубоко, своевременно и несвоевременно. Иногда наступлению события предшествует предчувствие, некое опережающее понимание, но гораздо чаще постижение его сущности, значения и последствий наступает с более или менее значительным опозданием. Сейчас почти все кому не лень философствуют о науке, научно-технологическом прогрессе, вреде или пользе высоких технологий. Лишь очень немногие отдают себе отчет в том, что все это не предмет для праздных разглагольствований, а задача для высокопрофессионального науковедческого изучения. Впрочем, и то, что науковедение – серьезная научная дисциплина, крайне необходимая для принятия государственных и межгосударственных решений, доступно пониманию немногих. И, к сожалению, почти полностью недоступно пониманию ведущих политических лидеров, принимающих решения, в том числе относительно судьбы науки и технологий. Однако теперь, после военных демаршей США и союзников в Афганистане, Сербии и Ираке, понятно, что войны будущего, вооруженные силы и оружие будут совсем другими. А в современном оружии и войне достижения и недостатки современной науки и высоких технологий отражаются полностью как солнце в дождевой капле. Конечно, наука затрагивает все стороны и мирной жизни. Это касается, например, дешифровки генома

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 01-06-80071).

человека, теории социального управления, научных основ инновационной экономики и так далее. Но что, с моей точки зрения, еще важнее — достижения науки, оставаясь обоюдоострыми и будучи диалектически противоречивыми, могут быть поставлены на службу человечеству не во вред будущим поколениям и окружающей среде лишь с помощью современного науковедения, без которого государственные, корпоративные решения, рост или прекращение финансовой поддержки тех или иных исследований будут носить волонтаристический характер. А это никого и никогда до добра не доводило. Вот почему общетеоретический анализ современного науковедения предпосылается конкретным науковедческим исследованиям, ориентированным на решение вполне определенных задач в области высоких технологий, научно-технологической деятельности и модернизации научно-кадрового потенциала.

### Есть проблемы

За прошедшие полвека в научной, околонучной и даже антинучной литературе самое широкое распространение получило понятие «парадигма» (*παράδειγμα* — греч., пример, образец, доказательство). Его применяют к месту и не к месту, но это полбеда. Беда заключается даже не в том, что оно создает иллюзию учености, а в том, что чаще всего оно порождает видимость научности и понимания. Это понятие превратилось не просто в распространенное, но в известной мере даже вредное клише.

Есть свои преимущества в общепринятых правилах, трюизмах. Их легко «проглотить без смазки». Соответствующие им поступки, мысли, политические установки и «научные» идеи кажутся общедоступными и почти не встречают сопротивления со стороны профессионалов.

Есть, однако, обратная сторона медали. Если говорить по большому счету, то каждая сколько-нибудь стабильная и значимая группа или общество рано или поздно подходят к рубежу, когда привычные клишированные идеи, стандарты поведения, моральные, политические или познавательные принципы становятся препятствием для решения вновь возникающих проблем. Так было всегда и будет впредь. Особенно остро это ощущается в начале XXI в. Выработка нового, адекватного и опережающего видения мира, нетривиальные подходы к решению проблем и отказ от того, что казалось бесспорным, наталкиваются на окостеневшие клише и трафареты, поддерживаемые воспитанием, социальной инерцией и традициями. В этом случае для любого сообщества есть

лишь две возможности: либо преодолеть косность, либо уйти с исторической арены.

А. Тойнби, говоря о смене цивилизаций, отмечал, что общество, ориентированное на традиции, обречено на гибель, ориентированное на сегодняшний день — на застой и лишь общество, ориентированное на будущее, способно к развитию [9]. Однако здесь я не собираюсь обсуждать исторический процесс в целом. Меня интересует проблема науки и ее науковедческого анализа в XXI в., поэтому сказанное является лишь пропедевтикой к исследованию перспектив современного науковедения и его фундаментальных понятий.

Что наука необходима для развития производства, торговли, общественного благополучия и избежания мятежей, говорил еще Ф. Бэкон, что она наиболее полно расцветает при капитализме и является важнейшей производительной силой, обеспечивающей социальный прогресс, провозглашал К. Маркс, что только с ее помощью можно решить острые проблемы современности (повышение благосостояния населения отсталых и развивающихся стран, преодоление глобальной экологической катастрофы, лечение СПИДа, рака и т. д.), сейчас говорят почти все. Но от этого происходит мало пользы, особенно в нашем обществе.

Когда-то, в эпоху буйных философских словопрений о природе кибернетики и информатики, академик Доронин называл их «трепативной кибернетикой». Перефразируя его, смею утверждать, что большинство размышлений современных дилетантов и даже части профессиональных ученых и политических деятелей о значении, функциях и ценности науки вообще и в России особенно относится к области «трепативного науковедения». Поэтому я предлагаю в этой статье начать профессиональное обсуждение наиболее острых проблем, связанных с принципиальными, глубинными изменениями в науке и концептуально-методическом аппарате науковедения начала XXI в., а также новых задач современного науковедческого анализа и его значения для принятия государственных решений по проблемам поддержки науки и технологии. Для этого необходимо разобраться в следующем:

- 1) произошли ли существенные изменения в функциях, структуре и ориентирах современной науки в сравнении с классической наукой индустриального общества;
- 2) произошли ли за прошедшие полвека существенные изменения в содержании, методах и концептуальных основах науковедения и если да, то какие;



3) можно ли говорить о том, что перед современным науковедением в связи с радикальным изменением социально-экономической роли науки возникают новые задачи и проблемы, требующие переосмысления его концептуальной базиса;

4) могут ли выводы и результаты современного науковедения играть существенную роль при формировании, коррекции и совершенствовании государственной научно-технологической и образовательной политики.

Я не думаю, что в рамках одной статьи можно дать исчерпывающие ответы на эти вопросы, но надеюсь, что их обсуждение будет полезно. В конце концов, науковедение должно начать дискуссию о своем собственном статусе в системе научных дисциплин, возможности влиять на понимание современной стадии научно-технологического прогресса и выработку содействующих ему государственных решений. И здесь приерженность устоявшимся клише совершенно не уместна.

### Изменения в науках, протонауковедение и науковедение

Все в мире подвержено изменениям – это аксиома. Но в науке за последние сто лет они особенно значительны. Поэтому неизбежны более или менее радикальные изменения и в науковедении, представляющем собой комплексную дисциплину, изучающую весь спектр наук – от математических и естественнонаучных до инженерно-технических и социально-гуманитарных.

Изменения в науке затрагивают ее социально значимые цели, институциональный статус, организационную реструктуризацию, принципиально новое отношение к технологии, воздействие на все сферы социально-экономической реальности, возможности радикальной модернизации познавательных механизмов и интеллектуально-кадрового потенциала. Здесь налицо двоякая детерминация. Под влиянием науки и инициированного ею научно-технологического прогресса во второй половине XX в. начало формироваться информационное общество, которое все чаще называют обществом, основанным на знаниях. В связи с экспоненциальным возрастанием влияния на все стороны жизни информационных сетей и притом в глобальном масштабе М.Кастельс предложил называть его сетевым обществом [3]. Естественно и обратное воздействие этого общества на науку. Оно влияет не только на внешние организационные и институциональные формы, но и на внутреннюю структуру

и функцию науки, которая в известном смысле также становится сетевой. Невидимые познавательные и видимые коммуникативные сети связывают разные научные дисциплины, организации, проблемные поля и самих ученых. Естественно, что и науковедение претерпевает и будет претерпевать в обозримом будущем более или менее значительные и даже фундаментальные изменения.

Науковедение как форма самосознания науки, инструмент ее изучения и основа для прогнозирования государственной поддержки, управления научными исследованиями — продукт буквально нескольких последних десятилетий. Регулярно появлявшиеся начиная с XVII в. по преимуществу философские труды о науке, ее сущности, ценности и высшем назначении носили чисто академический характер. Поэтому их можно назвать прото-науковедением. Они, как правило, не были ориентированы на решение практических управленческих, финансовых, кадровых и иных задач, которые оказались в эпицентре государственных политик развитых стран с тех пор, как стало ясно, что их мощь определяется не пушками, ракетами, деньгами или величиной территории и плотностью населения, а научно-технологическим потенциалом. Понимание различия между протонауковедением, существовавшим почти до конца XX в., и современным науковедением принципиально важно для последующих рассуждений.

## Науковедение XX в.: Парадигматический подход

Прежде чем двинуться дальше, я должен сделать одну оговорку. Предлагаемые мною ниже формулировки или понятия лишь отчасти отвечают требованиям логической строгости. Я стремлюсь к тому, чтобы читатель прежде всего уяснил идею и направление моих размышлений в общем виде.

Понятие «науковедение» вряд ли можно считать прочно устоявшимся и общепринятым. В перечне научных дисциплин, по которым, например, выдают гранты РФФИ и РГНФ, науковедение выделяется как специальная дисциплина или область знания, но среди грантов, выдаваемых большинством зарубежных научных фондов и университетов, науковедение в качестве самостоятельной дисциплины, как правило, не фигурирует. Нет его и в перечне дисциплин, по которым присуждаются ученые степени Высшей аттестационной комиссией Министерства образования России. Соответственно и ученой степени кандидата и доктора

наук не присуждается. Тем не менее по мере усиления влияния науки на все сферы общественной жизни число науковедческих исследований неуклонно и быстро растет. А в наиболее развитых странах их рассматривают как деятельность государственной важности. Об этом свидетельствует хотя бы регулярное издание в течение последних сорока лет Национальным научным фондом (ННФ) США универсального справочника «Индикаторы науки и технологии» о состоянии науки, образования и технологических разработок, их финансировании и влиянии на экономику и социальную сферу в США, развитых и развивающихся странах мира. Аналогичные издания в форме отчетов, докладов и специальных аналитических исследований публикуются органами Европейского союза [5]. Регулярно выходят науковедческие журналы: Международное издание «Наукометрия» (Будапешт, Амстердам), «Междисциплинарные исследования» (США), «Науковедение» (Россия), «Взгляд на научную политику» и т. д. И все же науковедение еще не поднялось до уровня четкого самоопределения. Поэтому я ограничусь здесь лишь пояснением того, что я сам и мои коллеги понимают под науковедением, и надеюсь, что большинство исследователей, работающих в этой области, в целом согласятся со мной, хотя не исключаю множества оговорок и уточнений.

Я включаю в состав науковедения знания, относящиеся к философии науки, экономике науки, социологии науки, психологии научного творчества, наукометрии, технометрии, а также исследования истории и общей динамики науки, технологий, техники, высшего профессионального образования и т. п. В качестве эквивалента «науковедения» иногда используют термин «метанаука». Это позволяет рассматривать некоторые общие, даже метафизические проблемы, относящиеся к науке в целом, т. е. без дисциплинарного членения.

Возвратимся теперь к лейтмотиву этой статьи. В интервале от 20-х до 60-х годов прошлого века науковедение, преимущественно в форме философии и социологии науки, начало быстро развиваться. Первые десятилетия XX в. ознаменовались радикальным переходом от классической к неклассической науке. Одновременно начался пересмотр ее метафизических и аксиологических принципов. Причиной этого была в значительной степени Первая мировая война, подорвавшая просветительскую веру в то, что наука — всегда благо и, содействуя укреплению цивилизации и расцвету культуры, автоматически гарантирует победу добра над злом. Название знаменитой книги Э. Гуссерля «Кризис европейской науки» в значительной степени отражало состояние умов европейской интеллигенции этого времени, хотя, по-моему, правильно было

бы говорить не о кризисе, а о радикальной трансформации аксиологических принципов и социального статуса науки. Взаимосвязь и взаимодействие науки и общества становятся все очевиднее и прозрачнее, что четко осознается в знаменитой книге нобелевского лауреата Д.Бернелла «Социальная функция науки». Именно в этот период оформляются верификационистское и фальсификационистское направления в философии и логике науки (М.Шлик, Р.Карнап, К.Гемпель, Г.Рейхенбах, К.Поппер и др.) и социологическое, или социально-философское направление, идущее от Б.М.Гессена и Дж.Бернала. В интервале от начала 20-х до конца 50-х и даже середины 60-х годов появляются многочисленные науковедческие исследования, рассматривающие экономические и социальные проблемы науки, ее отношение к технологии, культуре и власти.

Однако уже в начале 60-х годов XX в. накапливается своего рода критическая масса исследований, посвященных важнейшим механизмам развития, функционирования и структурам различных наук. Происходит четкое осознание того, что в самом экономическом базисе общества совершаются фундаментальные изменения. Начинается новый этап, получивший название «научно-технического» или «научно-технологического» прогресса. Можно спорить, насколько удачным является это название, но нельзя отрицать, что оно фиксировало принципиально новое отношение или точнее «букет» отношений между наукой, технологией, реальным производством и сферой услуг. Один исторический период — классический капитализм — близился к концу, другой, часто называемый постиндустриальным, — постепенно складывался, созревал, обретал более четкие очертания.

Именно во время таких «фазовых переходов» обычно и прodelывается огромная интеллектуальная работа по обобщению и выявлению основных характеристик наиболее значимых общественных феноменов. К их числу в середине XX в., несомненно, относилась наука. Поэтому к концу 50-х — началу 60-х годов складывается метанаука, или науковедение, как особая целостность, как интегральная система знаний о науке, оформляются ее основные школы и направления, связанные с именами Т.Куна, С.Тоулмина, И.Лакатоса, П.Фейерабента и др. Один подход (его версиями являются логический позитивизм и попперовский фальсификационизм) вырос преимущественно на обобщении опыта естественных наук (прежде всего физики), рассматривавшихся под углом зрения формальной методологии и математической логики. Другой — исторический — использовался преимущественно для уяснения социальных меха-

низмов смены устаревших научных теорий новыми. Все это касалось «внутренней кухни науки». Проблема же кардинальных изменений во взаимоотношении науки, техники и общества, государственной научной политики, оценка научного потенциала той или иной страны, экономическая эффективность науки, ее влияние на конкурентоспособность, оборонную мощь и социальные институты находились в основном за пределами внимания тогдашнего науковедения.

Наиболее влиятельным науковедческим направлением этого времени была теория «нормальной» науки и научных революций Томаса Куна. Ее анализ поможет мне сформулировать несколько положений, которые могли бы послужить концептуальным фундаментом (хотя бы в виде эскиза) современного науковедения — науковедения XXI в.

Я подверг подробному анализу науковедческие концепции Т.Куна [4, с.79–109] и С.Тоулмина [4, с.109–134] и поэтому здесь ограничусь своего рода скетчем, отражающим лишь основные черты куновской теории научных парадигм. По подсчетам некоторых исследователей, Т.Кун в своей знаменитой книге «Структура научных революций» (СНР) придавал термину «парадигма» свыше двух десятков значений. Но основным, несомненно, был «образец деятельности» — фундаментальные теории и подтверждающие их эксперименты. С этой точки зрения развитие науки по Т.Куну в самом лаконичном изложении выглядело так.

На допарадигматическом этапе отдельные ученые и немногочисленные школы, исследующие определенную область реальности, придерживаются различных моделей объяснения и предвидения, руководствуются разнообразными стандартами оценки результатов, используют различные исследовательские процедуры, по-разному интерпретируют соотношение и значение теории и экспериментов. Однако под влиянием какого-то чрезвычайно важного открытия, изящного решения некоей фундаментальной задачи, чрезвычайно эффективного эксперимента или безупречной в математическом отношении теории возникают особый доминирующий общепризнанный образец исследовательской деятельности и стандарты познания. Они-то и становятся парадигмой, признаваемой всеми членами данного научного сообщества. Парадигма — своего рода консолидирующий стержень. Ее носителем и хранителем является учебник. Жизнь парадигмы — ее влияние на науку — прекращается, когда «вымирают» все ее сторонники. Период господства данной парадигмы Кун называл «нормальной наукой». На этом этапе ученые решают своего рода головоломки, опираясь на исходную парадигму. Так происходит до момента, когда обнаруживается какой-либо факт или принципиально

новая идея, не укладывающиеся в рамки господствующих парадигмальных теорий и требующие для своего объяснения совершенно новых теорий и принципов. Эту ситуацию Кун называет аномальной. Возникает кризис в науке, для разрешения которого необходима новая парадигма.

Переход от старой парадигмы к новой Т.Кун называет «научной революцией». Она приводит к ломке старых понятий, представлений, теоретических схем и т. д. Это, конечно, не означает, что между классической и квантовой механикой или евклидовой и неевклидовой геометрией не существует никаких связей и преемственности. Напротив, в ряде существенных вопросов работают определенные редукционистские механизмы. Они позволяют устанавливать зависимости между понятиями, теориями и интерпретациями, относящимися к разным парадигмам. Тем не менее переход от одной парадигмы к другой в рамках каждой дисциплины, например физики, химии или биологии, все же является революционным.

Здесь важно подчеркнуть, что своего рода научное «междоусобице» напоминает допарадигмальный период развития науки. После установления новой парадигмы и оформления сообщества ее приверженцев это допарадигмальное состояние уходит в прошлое. Я обращаю внимание на данную сторону дела потому, что современный период развития многих научных систем характеризуется столь быстрой сменой концептуальных моделей, теоретических структур, изменением проблемных полей и установлением самых неожиданных и неправдоподобных с точки зрения классической науки связей, что понятие допарадигмального или, лучше сказать, межпарадигмального состояния лишается смысла. На это, кстати, обращали внимание многие исследователи. Некоторые из них считали, что современные науки развиваются в форме перманентной революции или серии микрореволюций. Инновации в этом случае превращаются почти в сплошной поток, но при этом сами парадигматические структуры исчезают или становятся неустойчивыми, и наступает непарадигматическая стадия развития наук.

Такая форма развития, конструирования и функционирования научных знаний в симбиозе со знаниями технологическими стала оформляться во второй половине XX в., особенно в эпоху ниформационно-компьютерных революций. Короче говоря, развитие и функционирование науки начали осуществляться по новым правилам. Еще важнее то, что начал меняться социальный статус науки.

На протяжении нескольких столетий классическая наука, прежде всего естествознание, практически не пересекалась с технологией и про-

мышленным производством. Хотя Ф.Бэкон подчеркивал экономическую и политическую значимость науки, в большинстве европейских государств ее рассматривали как инструмент просвещения и познания, интеллектуальную игру. Вплоть до середины XX в. в кругу европейских и американских ученых бытовала шуточка: наука — это возможность для ученых удовлетворять свою любознательность за счет государства. И это было в общем правильно, хотя еще в середине XIX в. Маркс писал, что наука — важнейший фактор капиталистического производства. Однако в полной мере данная функция начала проявляться лишь через столетие, а в последней четверти XX в. стала превращаться в основу политического, экономического и военного могущества высокоразвитых государств мира. Наука стала отраслью народного хозяйства, а число занятых в ней специалистов оказалось сопоставимым числу занятых в других отраслях народного хозяйства. Естественно, что и в институциональном, организационном и структурно-функциональном отношении она начала претерпевать радикальные качественные изменения. Данный процесс по-разному проявлялся в различных дисциплинах, но к началу XXI в. стал приобретать почти универсальный характер. Классическая наука не исчезла. Она сохранила свое значение и основные черты, превратившись в важный, но далеко не единственный компонент новой современной сетевой науки, адекватной складывающему постиндустриальному обществу.

Вернемся теперь к Т.Куну. То, что парадигматическая форма построения науки является исторически обусловленной и поэтому приходящей, Кун, по-видимому, понимал уже в начале своей науковедческой деятельности. В ранней монографии «Коперниканская революция» он в основном использует термин «традиция» и лишь один раз вводит термин «парадигма» для обозначения новой теоретической модели гелиоцентрической системы. Термин «традиция» всегда нес в себе привкус чего-то исторического, одновременно развивающегося и сохраняющегося. В понимании же парадигмы как «твердого ядра» науки заметный сдвиг в позиции Куна произошел в начале 60-х годов.

СНР впервые была опубликована в 1962 г. и сразу же вызвала оживленные дискуссии. Под их влиянием Кун вводит в 1969 г. новое понятие «дисциплинарная матрица», призванное, по его мнению, усовершенствовать и модернизировать понятие «парадигма» и отчасти заменить его. Так как «дисциплинарная матрица» оказалась куда менее популярной, чем парадигма, то я считаю полезным воспроизвести здесь анализ этого понятия, данный мною ранее. Дисциплинарная матрица включает в себя ряд элементов. «Первый — символические обобщения. Как

правило, это формальный или поддающийся формализации аппарат, служащий для выражения основных обобщений, принятых всеми членами данного сообщества без разногласий...

Второй элемент Кун называет метафизической парадигмой или метафизическим компонентом парадигмы. Раскрывая смысл этого довольно туманного термина, он в конечном счете сводит его к понятию концептуальной модели, однако анализ ряда его работ 70–80-х годов позволяет рассматривать этот элемент матрицы как систему методологических и даже философских принципов, используемых для обоснования различных эвристических приемов, таких, например, как перенос знания по аналогии из одной области физики (скажем, гидродинамики) в другую (например, в электродинамику)...

Третий элемент матрицы образуют ценности, которыми руководствуются члены сообщества. К ним могут относиться требования точности предсказания, ограничения допустимых ошибок, высокая степень соответствия теории эксперименту и т. п.» [4, с.88–89].

Понятие «дисциплинарная матрица» не прижилось в современном науковедении. Возможно, что одной из причин этого было инфицированное логическими позитивистами и попперианцами отвращение к метафизической и ценностной составляющей науки. Другой же и притом гораздо более важной были изменения в самой науке, появление новых форм ее организации, способов реализации исследовательской деятельности и принципиально новых отношений науки с технологией.

Уже в первой половине XX в. начали появляться так называемые междисциплинарные исследования и междисциплинарные научные знания. Подтверждением этого могут служить молекулярная биология, биохимия и другие дисциплины со сложными комбинаторными наименованиями. Однако сам термин «междисциплинарные исследования» представляется мне не только весьма знаменательным, но достаточно неудачным, так как не может существовать научных знаний, находящихся где-то «между» научными дисциплинами. Скорее следовало бы говорить, что в результате интеграции науки и производства и появления обширного класса задач высшей сложности стали проводиться исследования, в которых одновременно применялись знания, относящиеся к различным монодисциплинарным наукам. Естественно, что пока сознание научного сообщества в целом адаптировалось к новой ситуации, можно было бы пользоваться паллиативным термином «междисциплинарное исследование», но понятия «парадигма» и «дисциплинарная матрица» постепенно утрачивали свой смысл. К какой парадигме относятся исследования и



каким парадигмальным стандартам они должны соответствовать, если речь идет о конструировании космических кораблей, где задействованы знания из сферы физики, астрономии, машиностроения, эргономики, химии, биологии, психологии, баллистики, различных разделов математики и т. д. и т. д.? Хотя монодисциплинарные системы продолжают существовать и сохранять значение, особенно в сфере фундаментальных наук, на протяжении всего XX в. возникали и ускоренно развивались чрезвычайно сложные научные знания, не укладывающиеся в рамки парадигмальной теории Куна и аналогичных науковедческих концепций.

Другое важное обстоятельство связано с принципиально новым феноменом, состоящим в слиянии научных и технологических знаний. Теперь можно сформулировать центральный тезис этой статьи: к большинству современных и вновь возникающих систем научного знания, не имеющих монодисциплинарного характера, парадигматическая концепция оказывается неприменима. Вместе с тем такие системы, используемые для решения обширного класса теоретических и практических задач, должны иметь свой особый системообразующий принцип.

Я называю этот системообразующий принцип, или системный каркас, синтагмой<sup>1</sup> и постараюсь показать ниже, что синтагматическая концепция имеет принципиальное значение не только в познавательном плане, но и в плане организации современной науки, определения механизмов ее использования во всех сферах экономики и общественной жизни и, главным образом, в выработке государственной научно-технологической политики и принятии соответствующих стратегических решений.

## Современная наука и синтагматический подход

Противопоставляя понятие «синтагма» понятию «парадигма», я имею в виду некую сложную целостную систему, состоящую из взаимодействующих и взаимосвязанных, но разнообразных и разнородных элементов. Образной интерпретацией употребляемого мною понятия «синтагма» может служить некое строение, составленное из служащих единой цели качественно разнородных частей и элементов. Я проиллюстрирую ее на примере современного высотного здания. Его фундамент, созданный из гигантских бетонных блоков, несущие металлические конст-

---

<sup>1</sup> Вместе построенное, строй, отделение, отряд, войско, сочинение (книга), учение, предписание (*греч.*)

рукции, стенные панели, керамическая облицовка, канализационные водопроводные трубы, лифты и лифтные шахты, телефонные провода, оптоволоконные кабели, пластиковые и металлические оконные рамы и другие конструкции, межэтажные перекрытия, различные отделочные материалы и т. д. и т. п. — все эти вещи сделаны из различных градиентов по разным технологиям и могут использоваться различным образом. Сложенные на строительной площадке, они еще не представляют из себя целостности — здания. Для того чтобы она возникла, необходимо создать архитектурный проект, осуществить сложные инженерные расчеты и, наконец, реализовать этот проект и расчеты в чрезвычайно сложном сооружении. Если угодно, архитектурный проект, также включающий в себя разнородные знания, правила и принципы (начертательная геометрия, история архитектуры, эстетика, ландшафтоведение, требования архитектурной моды, инженерные знания и т. д. и т. п.), как раз и представляет собой то, что в данном примере можно было бы назвать архитектурно-строительной синтагмой.

Возвращаясь к нашей теме, можно сказать, что научная синтагма представляет некий проект, программу или целостную систему знаний, правил и принципов, разнородных по своему эпистемологическому происхождению и статусу. В определенную синтагматическую систему могут включаться знания: технологические, естественнонаучные, математические, экономические, социально-гуманитарные и т. д. Будучи ориентированными на решение определенной задачи, они в состоянии образовать хорошо «слаженную» когнитивную целостность. Синтагма, следовательно, не какой-то уникальный образец деятельности или базисная теория, а специфическая, часто нестандартная, задачно ориентированная, многокомпонентная система знаний, создаваемая не только и не столько для удовлетворения познавательного любопытства ученых, сколько для решения насущных проблем. Ни одна парадигма, единая для всего нормального периода развития науки, в подобных случаях просто не смогла бы работать.

Для пояснения я приведу несколько иллюстраций.

Летом 2002 г. в США проводились необычные маневры. Они представляли собой нечто вроде генеральной репетиции локальных дистанционных войн ближайшего будущего. В боевых действиях участвовали не различные рода войск, а запрограммированные наземные и воздушные боевые роботы, управляемые компьютерами: самонаводящиеся крылатые ракеты, десятки автономных или управляемых из командного пункта технических устройств и т. д. Они хорошо ориентируются на ме-

стности, точно фиксируют изменения в боевой обстановке, чутко реагируют на передвижение и ответные действия вооруженных сил противника. Военные роботы могут принимать автономные решения в определенном диапазоне ситуаций либо в сложных случаях передавать информацию на центральный командный пункт и получать необходимые указания от суперкомпьютеров, а также офицеров-операторов. Именно таким образом в 2003 г. была проведена военная операция англо-американских войск и их сателлитов в Ираке.

Новые локальные дистанционные войны, содержащиеся подобно зародышу в описываемых маневрах, необычны тем, что они целиком основаны на комплексе разнородных научных и инженерных технологических знаний. Важнейшими из них являются вычислительная математика, информатика, теория автоматов, кибернетика, психология, топография, экология, различные разделы экономики, теория принятия решений, этнопсихология и политология. Все эти знания, естественно, могут применяться только в рамках сложной синтагмы, характер которой определяется многокомпонентной задачей: 1) свести к минимуму или избежать человеческих потерь со стороны нападающих; 2) добиться победы в предельно сжатые сроки; 3) получить политические и экономические выгоды и оправдать затраты на технические и интеллектуальные средства ведения такой войны; 4) избежать негативных экологических, политических и иных последствий. Уже из этой сложной «архитектуры» синтагматически построенных знаний видно, что мы имеем дело с возникновением новой современной военной науки. Она не может опираться на какую-либо известную парадигму, образец или стандарт и совершенно не похожа на военную науку, излагавшуюся Клаузевицем на основе обобщения опыта предшествующих войн, главным инструментом которых были не военные автоматы, суперкомпьютеры и компьютерные программы, а большие массы людей.

Другим примером может служить экология. Она получила прочный научный статус и преподается в сотнях университетов, существуют экологические факультеты, кафедры, учебники, журналы и т.д. Экология рассматривает проблему, относящуюся к воспроизводимым и невозпроизводимым природным ресурсам и полезным ископаемым, географии, геологии, биомедицинским и социальным условиям существования общества, отдельных людей и групп. Она изучает проблемы, связанные с динамикой земной атмосферы, ее химическим составом, почвоведением и плодородием почв, утилизацией производственных отходов и отходов жизнедеятельности человека, состоянием пресноводных бассейнов и

рек, загрязнением мирового океана, состоянием лесов как источника атмосферного кислорода и т. д. Вместе с тем невозможно указать парадигму, на основе которой строится эта система знаний. Короче, мы можем с уверенностью утверждать, что это типичная синтагматическая система научных знаний, ориентированная на решение задачи оптимизации природных и техногенных факторов и условий выживания человека и общества в целом.

Последняя иллюстрация – это теория искусственного интеллекта (ИИ), опирающаяся на самые разнородные психологические, лингвистические, математические и иные знания, необходимые для создания программных продуктов и аппаратных средств, позволяющих воспроизводить с помощью компьютеров интеллектуальные операции, приближающиеся к стандартам умственной деятельности человека. Синтагматический характер ИИ совершенно очевиден.

Обсудим теперь следующий вопрос: чем собственно вызван переход от исследованных Куном парадигматических систем знаний к синтагматическим? Я уже говорил, что почти все классические естественные науки в течение ряда столетий развивались на основе «внутренней логики». Задачи, которые они решали, возникали в результате анализа теорий или новых фактов и крайне редко были ответом на запросы общества, экономики, быта и реального производства. Согласно Я.Г. Дорфману [2] и А.Н. Авдулову [1], интеграция науки и производства началась в 30-е–50-е годы XIX столетия. При этом инициатива исходила от промышленности (например, химия красителей). К концу XIX – началу XX в. востребованность научных решений в сфере сельского хозяйства, производства, особенно военного, стала общепризнанным фактом. После Первой, а особенно в ходе Второй мировой войны начался так называемый научно-технический прогресс, принципиально изменивший не только взаимодействие науки, технологии и производства, но обусловивший куда более глубокие изменения в структуре, организации и целевой ориентации научного знания.

Важнейшими из них являются:

1. **Задачность.** Она означает, что перед наукой ставятся определенные задачи, или проблемы, например, разработка мер профилактики и быстрой ликвидации лесных пожаров, предотвращения и преодоления эпидемий, создание компьютеризированных систем управления отдельными предприятиями, целыми корпорациями и отраслями, синтез искусственных материалов с заданными свойствами, высокоэффективных лекарственных препаратов или безотходная атомная энергетика. Подоб-

ные задачи не могут решаться на монодисциплинарной основе. Они требуют синтагматических знаний, различных по происхождению и содержанию, но ориентированных именно на данный тип задач. Реализующие их НИР обычно оказываются дорогостоящими. Поэтому наряду с отдельными фирмами и корпорациями заказчиком таких НИР в наши дни все чаще становится государство. Естественно, что любой заказчик выделяет средства на научные исследования и технологические разработки, предназначенные для решения интересующих именно его задач. Финансовая составляющая занимает прочное место в «храме» науки и часто превосходит его по своему образу и подобию. Это особенно очевидно, когда речь идет об оборонном заказе, о задачах, нацеленных на удовлетворение государственных нужд.

Из этого не следует, что главная и высшая цель науки — познание истины — лишается смысла, ценности и отступает на второй план. Напротив, в наиболее развитых странах государство поддерживает НИР, ориентированные на исследования законов и закономерностей развития природы и общества. Однако в общем объеме задач, выдвигаемых обществом и государством, удельный вес прагматически ориентированных проблем становится все больше. Наука не может отказаться от поисков истины, но ограничиваться только ими ей не по карману.

Само различие между чистой фундаментальной и прикладной наукой становится все более размытым, и если налогоплательщики развитых стран через свои государства финансируют фундаментальную академическую науку, то лишь потому, что надеются — рано или поздно самые абстрактные истины окажутся полезными и применимыми для решения практических задач.

2. Конструктивность. Из задачности непосредственно вытекает, что современная наука в возрастающей степени переходит от функции чистого объяснения, предсказания и абстрактного познания истины к конструированию и проектированию артефактов, технологий, систем управления, информационных систем и методов регулирования социальных процессов и разрешения нежелательных для общества конфликтов.

Конструктивность современных научных знаний во многом определяет спрос на предлагаемые ими услуги. Самые конкурентоспособные товары, эффективные технологии создаются, конструируются и реализуются на основе научных методов исследования, научно обоснованных принципах управления и маркетинга.

Коперник, Ньютон, Кеплер не проектировали и не конструировали солнечную планетарную систему. Они выдвигали гипотезы ее строе-

ния, пытались сформулировать законы движения небесных и земных тел и т. д. Но никому из них не приходило в голову сконструировать и «повесить» в космосе нечто, подобное спутнику Земли. Тем более никто из ученых XIX в., включая Менделеева, не пытался создать, сконструировать не существующий в природе, например, трансураниевый элемент. В лучшем случае можно было претендовать на открытие априори существующего, но еще неизвестного химического элемента, способного занять пустую клетку в таблице Менделеева. Даже простое упоминание о геной инженерии, трансгенах, клонировании, компьютерном синтезе лекарственных молекул, создании искусственных материалов полупроводников показывает, что такая академическая, или фундаментальная, наука, как молекулярная биология середины прошлого века очень быстро превратилась или перешла на стадию конструктивной геной инженерии.

Примером далеко идущего конструкционного мышления в науке являются исследования К.Э. Циолковского, который в самом начале XX в. видел перспективы освоения космоса и особенно околоземного пространства.

Из сказанного следует чрезвычайно важный вывод, что само мышление современных ученых, их видение своего места в нашем мире постепенно, но достаточно быстро меняются, и эти изменения идут в направлении повышения уровня конструктивности и проективности. Последняя, между прочим, зафиксирована даже в терминологии, принятой в системе поддержки фундаментальных и академических исследований. Гранты, например Российского фонда фундаментальных исследований, Фонда Карнеги, Фонда Сороса, Фонда Форда и т. д., выдаются на проведение научных исследований в виде проектов, и все чаще реализация таких проектов, их конечный продукт являются не просто теоретическим знанием или открытием объективного феномена, но неким артефактом, новым веществом, прибором, изделием, молекулой или более сложной, в том числе социальной структурой.

Именно конструктивность и проективность синтагматических систем знаний делают их наиболее эффективным инструментом создания высококонкурентных товаров и услуг.

3. Технологичность – это самый радикальный признак и системообразующий фактор синтагматических систем знания.

Сначала нужно, по-видимому, пояснить, в каком смысле я использую термин «технология». Наиболее лаконично он был сформулирован в небольшой книге, изданной в 1998 г., в параграфе, названном «Идея технологии». Я позволю себе привести выдержку из этого пара-

графа. «Под технологиями я понимаю целостную динамическую систему, включающую аппаратно-орудийные средства, операции и процедуры, правила, стандарты, эталоны и нормы технологической деятельности, управление технологическим процессом, необходимые для этого информацию и знания, энергетические, сырьевые, кадровые и иные ресурсы, а также совокупность ее экономических, социальных, экологических и иных последствий, определенным образом влияющих и изменяющих социальную и природную «среду обитания» данной системы» [6]. Важно обратить внимание, что в структуру любой технологии органично вплетены информация и знания. Коль скоро речь идет о современных, особенно высоких технологиях, мы имеем дело с научными знаниями. Они могут составлять основу управленческих процедур, последовательностей и качества операций по изготовлению артефактов или услуг, являющихся конечным результатом технологической цепочки. Они также присутствуют и притом в довольно сложном виде, например, в форме математических моделей, статистических расчетов, социальных теорий и экологической информации, в оценке последствий реализации технологии, а также циркулируют в технологическом процессе в виде ноу-хау. Наличие знания и информации в структуре любой технологии можно считать бесспорным фактом, а представление, будто бы когнитивная компонента появляется лишь в современных технологиях и что сами технологии – продукт поздней производственной деятельности, не соответствует исторической реальности. Такие грандиозные сооружения, как газопровод из бамбуковых труб, использовавшийся в Древнем Китае для освещения столичных улиц около 2000 лет назад, гигантские зикураты, ирригационные системы, пирамиды и подземные храмы в Древней Месопотамии и Египте, несомненно, требуют крайне сложных математических вычислений, знаний в области материаловедения, архитектуры, технологического проектирования, черчения и т. д. и т. д. Естественно, что понимание последствий и исчисление финансовых и трудовых ресурсов, необходимых для реализации столь сложных гигантских проектов, а также конструирования и создания строительной техники, невозможны без значительных когнитивных компонентов в системе технологий.

Однако знания, включенные в технологии Древнего мира, вырабатывались стихийно и были изначально инкорпорированы в технологический процесс и намного уступают современным научным знаниям, которые используются в новейших, особенно высоких технологиях.

Чрезвычайно важно понять два следующих момента. Современные технологии изначально создаются на научной основе, а когнитивный

компонент привносится в них из высокоразвитых научных дисциплин. В случае же высоких технологий, если измерять вес того или иного компонента в технологической системе финансовыми затратами, научная составляющая является одной из самых дорогих или даже максимально дорогостоящих. Таким образом, современные научные знания все чаще оказываются источником создания новых технологий. В то же время современные технологии ставят перед наукой комплекс задач, не решаемых на уровне традиционных современных знаний. Это формирует задачное поле, или пространство, науки и определяет второй важный момент.

Он состоит в том, что происходит обоюдный процесс: быстрая технологизация наук, включая науки социально-гуманитарные и вместе с тем «обнаучивание» технологий. Хотя термин «обнаучивание» — явно неудачный неологизм, он достаточно точно передает смысл процесса. Даже так называемые фундаментальные и «чистые» академические исследования все чаще облекаются в форму проектов, с самого начала рассчитанных на технологическую реализацию и создание наукоемких продуктов или услуг.

Я писал о технологизации науки, обнаучивании технологии и возникновении синтагматических систем еще в 1977 [7] и 1987 гг. [8]. Но тогда эти процессы не казались столь универсальными и слитными, как сейчас, в начале XXI в.

Подытоживая сказанное, необходимо подчеркнуть следующее: появление обширного класса синтагматически построенных наук, или систем знаний, вовсе не отрицает, не отбрасывает, не уничтожает классические монодисциплинарные системы, развивающиеся и функционирующие в рамках той или иной парадигмы. Синтагматический подход и синтагматические системы надстраиваются над монолитным фундаментом как гигантское сложнейшее по своему архитектурному строению здание, гораздо более совершенное, чем лежащий в его основе монолит.

Очевидно, настал момент для радикальной ревизии многих науковедческих концепций, понятий и исторически ограниченных иллюзий, уместных и неизбежных для своего времени, но зачастую затрудняющих понимание реальных процессов в мире науки и технологии, которые совершаются сегодня и будут совершаться по нарастающей в будущем.

**Зачем это нужно?**



Прочитав то, что написано выше, можно задать вопрос: зачем это нужно? Это хороший вопрос, и я отношусь к нему серьезно.

Можно, конечно, сказать, что цель науки — познание истины. Это верно, но этого недостаточно. Существуют знания, ориентированные на получение прибыли, власти, каких-либо удовольствий, ориентированные на намеренный обман, введение в заблуждение. Истина может в них присутствовать либо в микроскопических дозах, либо отсутствовать вообще. Но для науки истина — это ее *differentia specifica*. Однако, будучи главной целью, она не является единственной. Многие ученые и философы считали, что наука должна и может быть средством улучшения жизни человека, создания эффективной системы управления и повышения благосостояния общества. Хотя история рассеяла некоторые из этих утопий, современная наука подтвердила не только свою все возрастающую познавательную, но и прямо утилитарную значимость. Превратившись в движущую силу производства, она стала объектом государственных и корпоративных интересов. В наиболее развитых и быстро развивающихся странах мира это привело к формированию особых государственных политик, охватывающих науку, технологию и образование. От приоритетов этой политики зависит финансовое, правовое, кадровое, техническое и информационное обеспечение науки.

Понимание государственного значения науки можно датировать примерно тридцатыми годами прошлого столетия, но в полной мере оно вошло в общественное сознание и государственную политику лишь в период Второй мировой войны и последовавшие за ней десятилетия.

Ученые, разрабатывавшие науковедение на протяжении 60–80-х годов, опирались на процессы классической науки в том виде, в каком она существовала и функционировала до середины XX в. Результаты этого классического науковедения и наукометрии, дававшие статистические оценки научных рейтингов влияния тех или иных ученых, научных школ, направлений и т. д. на развитие науки, не были рассчитаны на формирование государственных научных и научно-технологических политик и выработку соответствующих решений и нормативно-законодательных актов.

Между тем в конце 50-х — начале 60-х годов формирование государственной научно-технологической политики шло полным ходом, понятие «научно-технологический прогресс» стало повседневым. В США, развитых странах Европы, Японии и СССР на этот вид «прогресса» возлагали огромные надежды, связанные с быстрым развитием промышленности и созданием новых видов вооружений. Милитаризация

СССР и Америки шла полным ходом. В это время начали интенсивно развиваться специальные государственные органы и ведомства для управления научными организациями, финансовой поддержки государственно значимых проектов, создания мощных национальных научно-кадровых и технологических потенциалов. Однако науковедение того времени не могло предложить серьезные и хорошо финансируемые разработки, способные стать основой государственной научной и научно-технологической политики и реализующих ее мероприятий в организационной, правовой и финансовой сфере.

В 1960 г. Национальный научный фонд и другие органы при президенте США приступили к регулярному изданию уникального по своей полноте науковедческого справочника «Индикаторы науки и технологии», выходящего до сегодняшнего дня с периодичностью один раз в два-три года. Содержащаяся в нем информация, статистические и качественные оценки, элементы прогнозирования свидетельствовали, во-первых, о том, что государство само приступило к разработке науковедческих проблем, отсутствовавших в трудах тогдашних «науковедческих классиков». Во-вторых, это издание, остающееся уникальным по своей полноте до сегодняшнего дня, свидетельствовало также и о том, что государство остро нуждается в теоретическом и эмпирическом обосновании политических решений, относящихся к развитию науки, технологии и образования.

В СССР науковедческие исследования, начавшие публиковаться в 60-е годы, были, в основном, скопированы с западных образцов и содержали чрезвычайно мало данных о состоянии и развитии советской науки и технологии, так как последние на 80-90% относились к засекреченным оборонным исследованиям. Но при всем этом советские науковедческие работы играли некоторую положительную роль, стимулируя интерес к науке и динамике научно-технологического потенциала. Пока СССР оставался одной из двух супердержав и второй научной державой мира, отечественные науковедение и наукометрия, хотя и носили подражательный характер, кое-как существовали. Но после десятилетия реформ и развала СССР когорта отечественных науковедов не просто поредела, но почти исчезла. Важно отметить, что в теоретических доктринах как отечественного, так и зарубежного науковедения продолжают господствовать подходы, методы и идеи, обязанные своим происхождением парадигматической концепции, разрабатывавшейся Куном, его современниками и последователями.

Теперь можно с большой определенностью утверждать, что новый синтагматический подход, соответствующий состоянию и перспективам развития современной науки, имеет не только теоретическое значение как форма осознания научно-технологической реальности, но и прагматическое как концептуальная основа современной государственной политики в области науки, технологии и образования.

Разговор о том, что представляет собой государственная политика в области науки и технологии, может быть очень долгим. Некоторое представление об этом дает документ «Основы политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 г. и дальнейшую перспективу», утвержденный Президентом РФ 30 марта 2002 г. Несмотря на все свои достоинства, он достаточно аморфен и изобилует общими призывами, столь характерными для пресловутых постановлений ЦК КПСС. Поэтому целесообразно выделить несколько бесспорных позиций, присущих любой современной государственной научно-технологической политике независимо от ее документального оформления и страны. К ним относятся:

1) четкое понимание государственных нужд, для удовлетворения которых необходимы современные наука и технология;

2) определение государственных приоритетов в области науки, технологии и образования;

3) создание современной рациональной гибкой децентрализованной системы управления и поддержки науки, технологии и образования (особенно высшего) на всех уровнях;

4) создание механизма постоянного совершенствования и коррекции перечня основных направлений науки и критических технологий с учетом специфики данной страны и ее финансовых, кадровых, сырьевых, технологических и политических ресурсов;

5) стимулирование инновационной деятельности в сфере высоких технологий в интересах повышения экономической конкурентоспособности и стабильного роста благосостояния населения;

6) перманентная радикальная модернизация научно-кадрового и научно-технологического потенциала страны и создание необходимой для этого инфраструктуры;

7) стимулирование заинтересованности корпоративного и частного сектора экономики в поддержке отечественной науки и внедрении создаваемых на ее основе конкурентоспособных технологий;

8) правовая защита интересов ученых при получении существенных выгод от создаваемой ими интеллектуальной собственности;

9) максимальное облегчение контактов между учеными всех стран и доступа к любой необходимой научной информации.

Синтагматический подход, распространенный на эти позиции, позволяет увидеть их взаимосвязь, правильно ранжировать и разработать наиболее рациональные способы их реализации. То, что науковедение необходимо для выработки научной политики, наши науковеды понимали и раньше [10], но, к сожалению, лица, принимающие решения на вершине государственной пирамиды, об этом даже не догадывались.

Конечно, перечисленные позиции не исчерпывают содержание государственной научной политики. К ним можно было бы многое добавить. Но важно понять, что решение связанных с ними проблем должно стать содержанием современных науковедческих исследований в той мере, в какой оно претендует на роль теоретической основы государственной научно-технологической политики.

Так как наука существует в реальной социальной «среде обитания», то синтагматический подход, фиксирующий происходящие изменения в самой организации научных исследований, позволяет по-новому подойти и к институционально-организационным проблемам с учетом сетевого фактора, «дороговизны» науки, сложности подготовки и использования ее элитных кадров.

Старые организационные формы, например советской науки, строились по образцу тоталитарных организаций и функционировали в известном смысле как воинские части. Этому, конечно, содействовало парадигматическое монодисциплинарное понимание науки. Директор любого НИИ был своего рода полковым командиром, министры и президенты государственных академий, которым подчинялись отраслевые или академические НИИ, — армейскими или корпусными генералами.

Эти организационные формы в момент своего возникновения более или менее соответствовали внутренней парадигматической структуре классических научных дисциплин. Но сейчас, когда решение тех или иных задач требует объединения ученых, зачастую работающих в разных НИИ различной ведомственной подчиненности, относящихся подчас к мало связанным отраслям и нередко проживающих в отдаленных странах, основными организационными единицами должны стать исследовательские проекты и объединяющие их программы, образующиеся и исчезающие по мере возникновения и решения тех или иных задач. Уже сейчас они становятся основными объектами финансовой и правовой поддержки. Старые же организационные формы, продолжающие существовать вплоть до полного исчерпания своего потенциала, должны рассмат-

риваться как система обслуживания, обеспечивающая исследовательским проектам и программам помещения, экспериментальные установки, лабораторное оборудование, средства связи и доступ к информации. В самых разных сферах природы и общественной жизни старое может довольно долго уживаться с новым и образовывать с ним своеобразный социобиоциноз. Но при этом нужно видеть четкие перспективы развития современной науки и учитывать, что она постоянно будет порождать новые организационные формы и наталкиваться на неизбежное сопротивление старых форм. И объясняется это, конечно, не только консерватизмом одних и прогрессивностью других ученых и научных администраторов, а тем, что в системе самих научных знаний все интенсивнее осуществляется переход от парадигматических к синтагматическим структурам.

Разумеется, я не полностью ответил на вопрос, поставленный в начале этого параграфа. Однако я рассчитываю, что смысл предлагаемой мною концепции достаточно ясен. Новые идеи почти всегда встречаются в профессиональном сообществе ученых несколько настроенно. Так, впрочем, и должно быть. Но я все же надеюсь, что предлагаемый мною новый синтагматический подход в науковедении найдет приверженцев, которые, пройдя естественную стадию отторжения и критики, увидят его полезное содержание. Общими усилиями мы сможем продвинуть отечественное науковедение вперед и сделать его основой государственной научной политики и инструментом изучения новейших тенденций развития науки и технологии.

#### Список литературы

1. Авдулов А.Н. Наука и производство: Век интеграции: (США, Западная Европа, Япония). – М.: Наука, 1992. – 168 с.
2. Дорфман Я.Г. Всемирная история физики (с начала XIX до середины XX вв.) – М.: Наука, 1979. – 317 с.
3. Кастельс М. Информационная эпоха: Экономика, общество и культура: Пер. с англ. – М.: ВШЭ, 2000. – 608 с.
4. Критика современных немарксистских концепций философии науки / АН СССР. ИНИОН; Отв. ред. Ракигов А.И. – М.: Наука, 1987. – 239 с.
5. Наука и технологии в России: Прогноз до 2010 года / Под ред. Гохберга Л.М., Минделли Л.Э. – М.: Центр исслед. и статистики, 2000. – 120 с.
6. Ракигов А.И. Информация, наука, технология в глобальных исторических изменениях. – М.: ИНИОН РАН, 1998. – С.16.

7. Ракигов А.И. *Философские проблемы науки: Системный подход.* – М.: Мысль, 1977. – 270 с.
8. Ракигов А.И. *Философия науки и техники в эпоху компьютерной революции // Ежегодник философского общества СССР, 1987–1988 / Отв. ред. Фролов И.Т.* – М.: Наука, 1989. – С.182–204.
9. Тойнби А.Дж. *Постижение истории.* Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1991. – 736 с.
10. Яблонский А.И. *Модели и методы исследования науки.* – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 400 с.

**Ю.В.Грановский**

**НАУКОВЕДЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРИТИЧЕСКИХ  
ТЕХНОЛОГИЙ ПО НОВЫМ МАТЕРИАЛАМ  
И ХИМИЧЕСКИМ ПРОДУКТАМ\***

**Введение**

В «Основах политики РФ в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу», утвержденных Президентом РФ В.В.Путиным 30 марта 2002 г., определены важнейшие направления государственной политики, цели, задачи и пути их реализации, система экономических и иных мер, стимулирующих научную и научно-техническую деятельность. В разделе, посвященном совершенствованию государственного регулирования в области развития науки и технологий, отмечена необходимость формирования и реализации приоритетных направлений развития науки, технологий и техники, а также критических технологий как на федеральном уровне, так и на уровне субъектов РФ. Приоритетные направления и критические технологии федерального уровня формируются в целях обеспечения реализации важнейших инновационных проектов. Совершенствование государственного регулирования в области развития науки и технологий предусматривает создание механизмов государственной поддержки приоритетных направлений и критических технологий. Намечено целевое выделение бюджетных средств для реализации научного сопровождения важнейших инновационных проектов государственного значения и концен-

---

\*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 01-06-80071).

трация бюджетных ресурсов для выполнения исследований по приоритетным направлениям и критическим технологиям. Составлены перечни приоритетных направлений и критических технологий. Подобные перечни имеются и в ряде развитых стран Запада, но общепринятого определения критических технологий еще нет. Одно из определений – это технологии общего назначения, имеющие потенциал использования во многих отраслях промышленности. К ним относятся технико-технологические проекты и решения, связанные с укреплением обороноспособности страны, совершенствованием новейших вооружений, повышением качества жизни населения, решением экологических проблем и пр.

Необходимость выделения приоритетных направлений и критических технологий была осознана еще в середине прошлого века, когда стало ясно, что эффективность экономики определяется развитием современных высоких технологий и обеспечивающих их создание фундаментальных исследований. Концепции и подходы в выборе и реализации критических технологий в разных странах рассмотрены в работе «Государственные приоритеты в науке и образовании» [4].

В нашей стране в 1996 г. Правительством РФ был утвержден перечень основных направлений науки и критических технологий, включающий семь приоритетных направлений и около 70 критических технологий. Через три года число критических технологий было сокращено до 59, но, вероятно, в перечне остались технологии, фиксирующие устаревшие разработки. Это связано с неразработанностью многих правовых и организационных механизмов согласования и отбора национальных целей развития страны и соответствующих им приоритетов в области науки и технологии. Поэтому не исключено, что в перечне остались еще и критические технологии, не обеспеченные ресурсами, а жизненно важные для России технологии, менее существенные для других стран, не включены. Так как эмпирические исследования состояния и перспектив развития отечественных научных исследований и базирующихся на них критических технологий за последние годы в России почти не проводились, оценка и отбор критических технологий выполнялись весьма субъективно, с помощью метода экспертных оценок.

Метод экспертных оценок широко применяется за рубежом. Например, в США в составлении списка технологических решений, поддерживаемых правительством, принимали участие ученые, финансисты, лидеры бизнеса, аналитики Пентагона и ЦРУ, политические деятели. При этом использовались сложные и многоступенчатые процедуры [6].



Не отрицая важности и необходимости применения метода экспертных оценок, следует отметить его недостатки. Одним из них является так называемый «гало-эффект»: при выработке комплексной оценки по множеству показателей завышается общая оценка. Существует еще и ошибка «щедрости»: оценка завышается, если какой-либо показатель особенно нравится эксперту. Требования высокой компетенции эксперта и его личной незаинтересованности в результатах экспертизы часто трудно выполнимы.

Эти общеизвестные недостатки метода экспертных оценок и послужили причиной разработки иных подходов для решения актуальных задач развития науки и техники. Один из них — науковедческий подход, дающий объективную оценку уровня научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Его эффективность определяется комплексным изучением науки с позиций логики ее развития, экономики, социологии науки и пр. В связи с важностью для нашей страны разработки методики отбора критических технологий предложено проводить их науковедческий анализ с учетом государственных интересов и состояния НИР и НИОКР в наиболее промышленно развитых странах [6].

Основателем науковедения считается английский ученый Дж.Бернал, опубликовавший в 1939 г. книгу «Социальная функция науки» [25]. Он выделил науку как особый объект исследования — социальный институт, требующий отдельной научной дисциплины для своего изучения. После Второй мировой войны стали широко изучаться социально-психологические, экономические, организационные и иные проблемы науки, образовались исследовательские группы, появились специальные журналы, проводились конференции. Большой вклад в развитие науковедения внесли американские исследователи Д.Прайс и Ю.Гарфильд. Д.Прайс начал широко применять количественные методы для изучения развития науки, а Ю.Гарфильд организовал Институт научной информации (ИНИ, г.Филадельфия). Эта организация с начала 60-х годов стала издавать «Указатель научных ссылок» (Science Citation Index), сыгравший важную роль в последующих исследованиях по науковедению.

В отдельное направление науковедения — наукометрию — выделились задачи применения математических методов. В наукометрии полезной оказалась информационная модель процесса развития науки: наука рассматривается как самоорганизующаяся система, управляемая своими информационными потоками. В информационной модели публикации являются носителями информации, журналы — каналами связи, библио-

графические ссылки — особым (кодовым) языком научной информации, показывающим влияние публикаций на развитие информационных потоков [17].

Для получения и анализа приводимых ниже результатов широко применялись методы наукометрии. Известны многочисленные примеры успешного использования наукометрических методов для оценки эффективности научных исследований, проводимых в разных странах и организациях, решения задач прогнозирования и т.д., результаты которых публикуются в международном журнале «Scientometrics». Например, построение кривых роста публикаций позволяет получать заключения о перспективности развития тех или иных научных направлений. Здесь широко используются базы данных ИНИ, в настоящее время аккумулирующие библиографические сведения из нескольких тысяч наиболее важных журналов всего мира. Эти сведения позволяют выявлять и анализировать тенденции в развитии мировой науки, определять структуру научных исследований в разных странах и пр. Используемая алгоритмическая кластеризация публикаций методом коцитирования (метод Маршаковой-Смолла) выявляет быстро развивающиеся научные направления — исследовательские фронты. Анализ кластеров позволяет определять вклад стран, организаций, научных сотрудников в исследовательские фронты. Подобная информация является одной из самых важных и полезных в работах по науковедению [12, 13].

В этой дисциплине продолжают разрабатываться новые концепции и методы, позволяющие расширить круг решаемых задач. Например, предложены математические модели, описывающие стационарные наукометрические распределения, разработаны процедуры кластеризации понятий для изучения развития научных направлений и пр. [23, 24].

### **Состояние отечественных науковедческих исследований**

В нашей стране в середине 60-х годов стали возникать проблемные группы и сектора. В Институте истории естествознания и техники АН СССР был открыт отдел науковедения под руководством члена-корреспондента АН СССР С.Р. Микулинского. В Украине был создан Центр исследования научно-технического потенциала и истории науки во главе с Г.М. Добровым. Появились отделы науковедения в Институте мировой экономики и международных отношений АН СССР, Институте

горного дела СО АН СССР и в других организациях [5, 7, 16]. Весной 1966 г. была опубликована статья С.Р. Микулинского и Н.И. Родного по общим проблемам науковедения, в которой давалась трактовка предмета новой области науки [15]. Летом того же года во Львове состоялся советско-польский симпозиум, на котором термин «науковедение» был признан как название новой дисциплины — комплексной науки о взаимодействии различных элементов изучаемого предмета и синтезирующего знания о нем. В дискуссиях о предмете, задачах и основных направлениях науковедения ряд участников симпозиума считали, что к основным задачам науковедения относятся изучение процесса производства научных знаний, выявление оптимальных форм организации науки, достижение высокой эффективности научно-исследовательской работы и т.д. Решение этих задач станет возможным путем гармонического сочетания описательного и количественного подходов. На симпозиуме доктором технических наук В.В. Налимовым впервые был введен термин «наукометрия» для обозначения научного направления, входящего в науковедение и использующего количественные методы для изучения процесса развития науки. От науковедения ожидали рекомендаций по повышению эффективности научных исследований [1, 8, 11].

В дальнейшем одно из направлений отечественных исследований основывалось на концепции экспоненциально-логистического роста науки, выдвинутой Д. Прайсом. Он определил, что такие параметры развития науки, как число публикаций, журналов, научных сотрудников, в зависимости от времени растут по экспоненте, причем за десятипятнадцать лет их значения удваиваются. Экстраполяция экспонент в прошлое показала, что единичные значения параметров относятся примерно к 1700 г., т.е. к эпохе Ньютона. Действительно, первые научные журналы появились во второй половине XVII в. Экспоненциальный рост прослеживался за последние 200–250 лет для широких областей науки — физики, химии, биологии. Локальные научные направления вначале развиваются по экспоненте, а после исчерпания потенциальных возможностей развития рост параметров становится линейной функцией времени. Экстраполяция экспонент в будущее, на сто лет и более, приводила к нереальным величинам, значения параметров возрастали на три порядка. Фактически кривые роста достигали насыщения, экспоненты переходили в логистические кривые. В начальные моменты времени логистические кривые практически совпадали с экспонентами, а затем с повышением значений параметров скорости роста снижались.

Концепция Д. Прайса привела к важному утверждению — изменился закон, по которому наука развивается последние столетия. Она вступила в новую фазу развития в связи с кризисом роста, обусловленным перегруженностью науки информационными потоками. Механизмом кризиса является адаптационное торможение, вызванное приспособлением науки к новым условиям. В связи с этим выдвинута гипотеза о предстоящих качественных преобразованиях науки, о переходе от преимущественно экстенсивного роста науки к интенсивному [17, 24].

В тот период у отечественных исследователей явно проявлялся интерес к общим проблемам управления наукой. Сыграли роль и модные тогда концепции кибернетики, позволяющие решать проблемы оптимального управления сложными объектами. Для науки, весьма сложного объекта, требовалось оптимальное управление при недостаточном знании механизма ее функционирования. Постепенно выделились шесть основных направлений исследований: логико-гносеологическое, историко-научное, социологическое, науко-метрия, психология научного творчества, экономические проблемы развития науки [10].

В конце 60-х — начале 70-х годов отечественное науковедение развивалось довольно быстро, несмотря на недоступность статистических данных о развитии науки в стране, наличие идеологических запретов на разработку ряда вопросов и т.п. Например, в 1970 г. был основан отдел науковедения ИНИОН АН СССР (ныне РАН); его издания: серия «науковедение» РЖ «Общественные науки за рубежом», а также другие серии по актуальным проблемам науковедения сыграли существенную роль в развитии науковедческих исследований в стране; в середине 70-х годов нами была составлена библиография отечественных работ по наукометрии. Она включала более 700 публикаций [19]. Регулярно проводились общесоюзные конференции, в Киеве стал издаваться журнал «Науковедение и информатика», поддерживались контакты с зарубежными исследователями и т.п. В 1979 г. был основан международный журнал «Scientometrics», в редакционном совете которого из 48 человек пять представляли Советский Союз.

Однако к концу 70-х — началу 80-х годов в нашей стране появились признаки торможения исследований в этой области науки. Стало сокращаться число организаций, занимавшихся проблемами науковедения, не одобрялись зарубежные контакты и т.п. Во второй половине 80-х годов в Институте истории естествознания и техники АН СССР проходил «круглый стол», посвященный развитию отечественного науковедения. На нем отмечалось, что в исследованиях принимало участие не-

большое число слабо связанных между собой научных групп. К началу 90-х годов торможение исследований в области науковедения заметно возросло [18, 21].

Выяснение причин этого явления требует отдельного рассмотрения. Гипотеза о влиянии на науковедение системного кризиса отечественной науки здесь вряд ли может быть принята. Кризис, конечно, оказал влияние, однако число научных организаций в стране продолжало расти [3]. Трудно найти рациональное объяснение сокращению исследований, если учесть, что в науковедении решается крайне актуальная задача повышения эффективности научных исследований. За рубежом работы по науковедению продолжают интенсивно развиваться.

За последние годы положение с отечественным науковедением изменилось в лучшую сторону. С 1999 г. издается общероссийский журнал «Науковедение», широкую программу развития исследований по науковедению обнародовал Центр информатизации, социальных, технологических исследований и науковедческого анализа (Центр «ИСТИНА») Минпромнауки и Минобразования РФ под руководством доктора философских наук, профессора А.И. Ракитова, снова стали проводиться конференции и т.д. Однако последствия торможения продолжают оказывать негативное влияние. Не восстановлены в полной мере связи с зарубежными учеными, библиотеки страны получают мало зарубежных журналов, публикующих работы в данной области науки, недостаточно широко налажен доступ к зарубежным базам данных, особенно коммерческим, и т.п.

Таков фон проведения наших науковедческих исследований. Его нельзя назвать благоприятным, но можно надеяться, что с развертыванием отечественных работ отмеченные выше трудности будут преодолены и наши исследования будут развиваться в одном темпе с мировыми исследованиями по науковедению.

## Сравнительный анализ отечественных и зарубежных исследований по синтетическим сверхтвердым материалам и материалам для микро- и наноэлектроники<sup>1</sup>

Выбор данных критических технологий определялся их важностью для народного хозяйства страны. Синтетические сверхтвердые материалы (СТМ) коренным образом изменяют технологию обработки различных изделий, способствуют созданию новых условий труда, повышают технический уровень и снижают себестоимость продукции, открывают путь к интенсификации и автоматизации производственных процессов.

По современным представлениям, к синтетическим сверхтвердым материалам относятся материалы с твердостью по Виккерсу выше 40 ГПа. Наиболее твердые вещества, алмаз (70–100 ГПа) и кубический нитрид бора (около 50 ГПа), проявляют данное свойство практически одинаково независимо от их дисперсности, компактности и размерных характеристик.

Особо важную роль приобретают СТМ в связи с ростом применения в промышленности высокопрочных металлов, сплавов и труднообрабатываемых неметаллических материалов, с повышением требований к точности обработки, чистоте и качеству поверхности деталей машин и приборов. Алмазный инструмент эффективен для резки стекла, мрамора, гранита и пр. При этом сроки службы инструментов возрастают в десятки раз, повышается не менее чем на порядок производительность труда, увеличивается долговечность обрабатываемых деталей.

Использование композиционных алмазосодержащих материалов при бурении значительно снижает материальные и трудовые затраты в пересчете на единицу разведанных запасов. Широко распространены сверхтвердые абразивные материалы для чистовой обработки поверхности деталей: алмазные шлифовальные круги, цилиндрические головки для внутреннего шлифования, алмазные надфили и хонбруски, отрезные пилы и ленты и т.п.

Микроэлектроника (МЭ) является составной частью электроники, изучающей процессы взаимодействия элементарных частиц с элект-

---

<sup>1</sup> В исследованиях принимали участие референт Всероссийского института научнотехнической информации А.Я. Преображенский и старший научный сотрудник Московского института стали и сплавов кандидат технических наук Д.А. Подгорный.

ромагнитными полями. Здесь создаются приборы, в которых эти процессы применяются для преобразования электромагнитной энергии с целью обработки, хранения и использования информации. Микроэлектроника справедливо считается катализатором научно-технического прогресса. Применяемые в ней приборы имеют микроминиатюрное исполнение с сочетанием интеграции элементарных устройств и качественных функций. Микроэлектроника тесно связана с разработкой интегральных схем (ИС) – конструктивно законченных изделий, включающих электрически связанные между собой устройства (транзисторы, диоды, конденсаторы и пр.), изготовленные в одном технологическом цикле. Успехи в развитии МЭ связаны с решением проблем компьютеризации, информатизации, создания новейших систем связи, бытовой, медицинской и иной аппаратуры. Наибольшее распространение получили ИС, изготовленные на одной полупроводниковой пластине по так называемой планарной технологии. Поэтому из всех направлений МЭ (молекулярная, вакуумная, полупроводниковая, квантовая и т.д.) по размаху исследований и использованию достижений фундаментальной и прикладной науки на первое место вышла полупроводниковая микроэлектроника, хотя границы между направлениями четко не очерчены и часто трудно отнести ту или иную работу к определенному направлению.

Вся микроэлектроника, по примерной оценке, потребляет более 2000 материалов, не считая реактивов для анализа. В настоящей работе, в соответствии с отмеченными выше тенденциями развития этой области исследований, основное внимание уделено полупроводниковым материалам, используемым при изготовлении электронных приборов.

Термины «наноматериалы», «наноструктуры», «нанoeлектроника» (НЭ) появились в научной периодике примерно десять лет назад. Наноматериалы имеют хотя бы одной из фаз линейные размеры менее 100 нанометров ( $10^{-7}$  м). От крупнокристаллических твердых тел наноматериалы отличаются тепловыми, механическими и иными свойствами. Отличия объяснимы возрастанием вклада квантовых эффектов по мере приближения размера частиц к атомным размерам. Исследования по наносистемам и наноприборам направлены на создание новой технологии XXI в. – нанотехнологии, способной перевести электронику на качественно новый уровень. Работы развиваются широким фронтом в таких направлениях, как изучение нанокластерных реакций и полупроводниковых нанокластеров, высокоточный синтез наносистем методами молекулярного синтеза и химической сборки и т.д. Рабочими элементами в нанотехнологии служат отдельные атомы и молекулы. Прогресс в этом

направлении основан на успехах в развитии и применении новой инструментальной техники — сканирующей и силовой микроскопии, спектроскопии высокого разрешения и пр., в создании методов организации упорядоченных состояний материи, часто копирующих процессы, реализуемые в живых системах [22]. Далее информация по материалам НЭ будет представлять составную часть информации по материалам МЭ.

### *Источники информации*

В настоящей работе были использованы следующие источники информации:

— База данных с поисковой системой на оптических дисках американского реферативного журнала «Chemical Abstracts» за 1998–1999 гг. для СТМ и за 2000 г. для МЭ. Поиск проводился по ключевым словам «сверхтвердые материалы», «нитрид бора», «полупроводниковые материалы» и т.п. Выделены несколько сот рефератов статей, обзоров и патентов по СТМ и МЭ.

— База данных с поисковой системой Американского института научной информации «Указатель научных ссылок», доступная по Интернету. Выделена библиографическая информация для более ста публикаций за 1998–2000 гг. по СТМ и для такого же числа публикаций за 2000–2001 гг. по МЭ. Кроме того, собраны данные по цитируемости работ докторов наук, которые получают, изучают и применяют СТМ, а также членов редакционной коллегии отечественного журнала «Материалы электронной техники» и членов организационных комитетов конференций «Кремний-96» и «Кремний-2000».

— База данных с поисковой системой по отечественным патентам Федерального института промышленной собственности, доступная по Интернету. По ключевым словам выделены патенты, где приведены: автор (авторы), дата подачи заявки, дата публикации формулы патента, название, патентообладатель; реферат.

— База данных с поисковой системой Всероссийского научно-технического информационного центра (только для работ по СТМ). Здесь получена реферативная информация о кандидатских и докторских диссертациях за 1991–2000 гг., научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах, проведенных в России и финансируемых из государственного бюджета. Для диссертаций, помимо фамилии диссертанта и названия работы, приведены реферат, ключевые слова, ученая



степень диссертанта, номер специальности, шифр совета, дата и место защиты. Похожая информация приведена и для отчетов.

– Для изучения тенденций в развитии исследований использованы библиографии работ из годовых выпусков журнала «Сверхтвердые материалы» за 1979–1981 гг. и 1990 г., статьи из журнала «Материалы электронной техники» за 1998–2001 гг.

### *Анализ мировых информационных потоков*

В табл. 1 приведено распределение рефератов из реферативного журнала «Chemical Abstracts» по первым десяти странам.

Таблица 1

Распределение рефератов по странам

Страна	Число рефератов (%)		Страна	Число рефератов (%)	
	СТМ	МЭ		СТМ	МЭ
США	11,8	36,0	Украина	4,5	–
Япония	14,6	–	Белоруссия	2,6	–
Россия	10,6	4,7	Бразилия	1,9	–
Китай	9,8	4,0	Италия	–	4,0
Германия	7,9	16,7	Бельгия	–	2,0
Великобритания	3,9	2,7	Индия	–	2,0
Франция	2,6	5,3	Швейцария	–	2,0

По СТМ на долю других двадцати стран приходится около 30% рефератов, по МЭ – около 20%. Россия по обоим показателям входит в первую пятерку стран. Но если по СТМ отставание от лидеров можно считать небольшим, то по МЭ отрыв от США и Германии довольно существенный. Обращает внимание выдвигание Китая на передовые позиции по обоим критическим технологиям. Вызывает удивление факт отсутствия Японии среди передовых стран по МЭ.

Получено также распределение работ по направлениям исследований. Здесь, помимо рефератов из реферативного журнала, использованы сведения из «Указателя научных ссылок». Распределение работ по направлениям исследований по СТМ приведено в табл. 2, по МЭ – в табл. 3.

Таблица 2

## Распределение работ (СТМ) по направлениям исследований

Направление	Число работ (%)	
	«Chemical Abstracts»	«Указатель научных ссылок»
Алмаз	25,1	3,9
Пленки	19,7	26,2
Кубический нитрид бора	18,0	14,3
Наноструктуры	7,1	17,5
Покрытия	3,4	7,1
Фуллерены	3,2	3,2
Композиты	3,0	11,1
Прочие	20,5	16,7

В исследованиях по СТМ следует выделить лидирующие по «Указателю научных ссылок» направления – пленки и нано-структуры. Корреляция между двумя распределениями (из реферативного журнала и «Указателя научных ссылок»), оцененная по коэффициенту ранговой корреляции Спирмена, оказалась незначимой. Различие в значительной мере определяется разным вкладом исследований по алмазу и компози-там (табл. 2). Его можно объяснить тем, что более 50% статей, полученных с помощью «Указателя научных ссылок», были опубликованы в 2000 г., в то время как публикации из реферативного журнала относятся к 1998–1999 гг. Не исключено, что в последнее время произошли изменения в структуре исследований по СТМ.

Таблица 3

## Распределение работ (МЭ) по направлениям исследований

Направление	Число работ (%)	
	«Chemical Abstracts»	«Указатель научных ссылок»
Получение гомо- и гетероэпитаксиальных структур	41,5	44,2
Технология и оборудование для получения приборных структур	21,8	10,4
Методы и аппаратура для изучения физико-химических свойств	15,5	23,3
Материалы для нанозлектроники	12,7	17,4
Получение монокристаллов	7,0	1,2
Получение пленок, поликристаллов, аморфных и пористых материалов	0,75	–
Вопросы экономики	0,75	3,5

Отдельно было получено распределение по направлениям отечественных работ по СТМ из реферативного журнала «Chemical Abstracts». Ранжирование направлений по их вкладу в общий информационный поток привело к такому ряду: алмаз, фуллерены, композиты, кубический нитрид бора, наноструктуры, пленки, покрытия и пр. Коэффициент ранговой корреляции, рассчитанный между распределениями отечественных и зарубежных работ по направлениям исследований, опять оказался незначимым. Различие определяется разным положением работ по пленкам, фуллеренам и композитам.

Сопоставление структур исследований по СТМ в начале 80-х годов, 1990 г. и к концу столетия показало, что около двадцати лет назад отечественные исследования были близки к зарубежным исследованиям. Различия, наметившиеся к 1990 г., стали весьма заметными в последнее десятилетие. В зарубежных работах пленкам уделяется большое внима-

ние (второе место в ранжировке), в то время как фуллерены и композиты находятся в конце ранжировочного ряда. Для отечественных работ картина иная. Здесь лидируют исследования по алмазу, фуллеренам и композитам.

В исследованиях по МЭ также проранжированы направления по их вкладу в информационные потоки (табл. 3). Коэффициент ранговой корреляции оказался равным 0,87 при критическом значении 0,68, т.е. структуры исследований близки. Первое место в обоих ранжировках принадлежит работам по материаловедению, физико-химическим основам, технологии и оборудованию для получения гомо- и гетероэпитаксиальных структур.

Далее было получено распределение статей из отечественного журнала «Материалы электронной техники» за 1998–2000 гг. За каждый год проведено ранжирование направлений по их вкладам в общее число статей и рассчитаны коэффициенты ранговой корреляции между ранжировками. Все коэффициенты ранговой корреляции оказались значимыми, кроме одного – между ранжировками за 1998 г. и 2001 г. (коэффициент ранговой корреляции равен 0,54 при критическом значении 0,68). Это означает, что структура исследований в 2001 г. отличается от структуры в 1998 г. На первое место к настоящему времени вышли работы по материаловедению, физико-химическим основам, технологии и оборудованию для получения гомо- и гетероэпитаксиальных структур. Ранее они занимали третье место. С шестого на третье место перешли исследования по технологии и оборудованию для формирования приборных структур. Работы по материаловедению, физико-химическим основам, технологии и оборудованию для получения пленок, поликристаллов, микрокристаллов, аморфных и пористых материалов с четвертого места переместились в конец ранжировки.

При сравнении структур исследований по информации журналов «Материалы электронной техники» и «Chemical Abstracts» за 2000 г. получен коэффициент ранговой корреляции, равный 0,4. Его незначимость, очевидно, показывает разную структуру отечественных и мировых исследований по материалам микро- и нанoeлектроники. В наших работах преобладают исследования по материаловедению, физико-химическим основам, технологии и оборудованию для получения монокристаллов. В зарубежных работах они занимают пятое место. За рубежом больше внимания уделяется работам по материалам нанoeлектроники (третье место), в отечественных исследованиях они занимают только шестое место.

Из приведенных результатов можно сделать вывод, что вклад России в информационные потоки по СТМ и МЭ весьма значителен, однако структура отечественных исследований, задаваемая разными направлениями, отличается от структуры зарубежных работ.

### *Анализ отечественных информационных потоков*

#### Патенты

В выборку попали 180 патентов по СТМ и 248 патентов по МЭ. Около 60% патентов заявлены государственными организациями, остальные – частными лицами и организациями ближнего и дальнего зарубежья. Распределение патентов по годам приведено в табл. 4 (по СТМ представлены данные только по отечественным патентам).

Для числа патентов максимумы приходятся на 1995–1996 гг. По МЭ за последние два года в выборку попало незначительное число патентов. Возможно, это связано с задержками в рассмотрении заявок.

Таблица 4

Распределение патентов по годам

Год	Число патентов		Год	Число патентов	
	СТМ	МЭ		СТМ	МЭ
1994	18	39	1998	18	36
1995	36	51	1999	14	24
1996	21	66	2000	10	4
1997	16	24	2001	–	4

С целью выяснения причин значительных изменений в динамике числа патентов, для патентов, заявленных отечественными организациями, рассчитывалось время ожидания – разность (в годах) между годом опубликования патента и годом подачи заявки. Значения медиан для каждого года опубликования патентов, а также мини-мальные и максимальные значения этого параметра приведены в табл. 5.

Можно отметить положительный момент. По МЭ медианное время ожидания в 1998–2001 гг. уменьшилось в 1,5-2 раза по сравнению с 1994–1997 гг. Но все же максимальное время ожидания, за немногими исключениями, остается достаточно большим.

Таблица 5

**Медиана, минимальное и максимальное значения  
для времени ожидания патентов (годы)**

Год	Медиана		миним. – максим.		Год	Медиана		миним. – максим.	
	СТМ	МЭ	СТМ	МЭ		СТМ	МЭ	СТМ	МЭ
1994	10	3	4-6	1-14	1998	3	2	0-15	1-5
1995	2,5	3	1-17	1-18	1999	2	2	1-19	1-18
1996	3	4	1-14	1-16	2000	28	1,5	2-36	1-6
1997	3	3	2-7	1-14	2001	–	2	–	1-2

В работе «Опыт и проблема оценки развития нового научного направления» [9] приведены данные о патентах по синтезу фулле-ренов и их производных, полученные с помощью той же Базы данных. В ней отмечено, что период от регистрации заявки до публикации сведений о формуле выданного патентного документа может достигать четырех лет и более. Для патентов по СТМ и МЭ максимальные значения времени ожидания находятся в интервале от двух до 36 лет. На основе изобретений, сделанных много лет назад, предприятия, приобретающие на них лицензии, не смогут создать высококонкурентную продукцию. Поэтому актуальна задача эффективной организации патентной службы, направленной на сокращение времени рассмотрения заявок на патенты.

По материалам МЭ в последнее время появились патенты организаций дальнего зарубежья, занимающих заметное место на рынке сбыта продукции электронной промышленности. В то же время уменьшилось число патентов из организаций ближнего зарубежья (Украина, Белоруссия), что, вероятно, связано с экономическим состоянием этих стран.

В табл. 6 приведены распределения патентов по типам организаций: НИИ – отраслевые научно-исследовательские организации, АО – акционерные общества различных форм, НПО – научно-производственные объединения, ПО – производственные объединения, КБ – конструкторские бюро. Как по СТМ, так и по МЭ значительную изобретательскую активность проявили институты РАН. Например, по МЭ из академических организаций лидируют Институт физики полупроводников, Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, Институт

микрoэлектроники. В целом эффективность этой деятельности, выражаемая соотношением «патенты/ организации» (последние два столбца табл. б), для организаций СТМ выше, чем для организаций МЭ (медианы для этих соотношений равны 3,33 и 1,9 соответственно).

Помимо распределения патентов по организациям, получено распределение авторов по числу патентов. Число исследователей, подавших заявки на патенты в течение двух и более лет, т.е. систематически работавших над изобретениями, невелико и составило 12% от общего числа авторов по СТМ и 7% по МЭ.

Таблица 6

Распределение патентов по типу организаций

Тип организации	Число организаций		Число патентов		патенты/организации	
	СТМ	МЭ	СТМ	МЭ	СТМ	МЭ
Институты РАН	9	14	43	49	4,77	3,5
НИИ	3	17	10	34	3,33	2,0
АО, ЗАО, ООО и др	13	13	39	16	3,0	1,2
НПО, ПО						
КБ и др.	3	20	10	38	3,33	1,9
Вузы	3	29	3	50	1,0	1,7

### Кадры высшей квалификации

Сведения о диссертациях по СТМ были получены из базы данных Всероссийского научно-технического информационного центра. Аналогичная информация по МЭ получена из справки Высшей аттестационной комиссии Министерства образования РФ по работам специальности 05.27.01 «Твердотельная электроника, микро-электроника и нанoeлектроника». Распределение кандидатских и докторских диссертаций по годам за 1997–1999 гг. приведено в табл. 7.

Таблица 7

## Распределение диссертаций по годам

Год защиты	Докторские диссертации		Кандидатские диссертации	
	СТМ	МЭ	СТМ	МЭ
1997	6	8	10	13
1998	2	10	10	35
1999	2	9	5	23

На следующем этапе исследований с помощью критерия цитируемости оценивался вклад кадров высшей квалификации в развитие работ по анализируемым критическим технологиям. Здесь был использован «Указатель научных ссылок» за 1975–2000 гг. для докторов наук в области СТМ (38 человек) и тот же источник информации за 1996–2001 гг. для членов редакционной коллегии журнала «Материалы электронной техники» и членов организационных комитетов конференций «Кремний-96» и «Кремний-2000» (37 человек). Выделены три группы специалистов: низкоцитируемая группа (нет ссылок или число ссылок не превышает 10), среднецитируемая (число ссылок от 11 до 50), высокоцитируемая (число ссылок выше 50). Распределение исследователей по цитируемости приведено в табл. 8.

Таблица 8

## Распределение исследователей по цитируемости (%)

Группа	СТМ	МЭ
Низкоцитируемая	68,4	40,5
Среднецитируемая	21,0	32,5
Высокоцитируемая	10,6	27,0

С позиций информационной модели науки примерно 50% докторов наук по СТМ относятся к «информационным невидимкам» – их работы совсем не цитируются. У ряда научных работников из низкоцитируемой группы цитируемость носит «мерцающий характер» – появление единич-



ных ссылок за последние пять лет. Из высокоцитируемой группы по СТМ два доктора наук получили более 500 ссылок.

Цитируемость специалистов по МЭ заметно выше, чем специалистов по СТМ – меньше вклад низкоцитируемой группы и соответственно выше вклады других групп. Следует еще учесть, что цитируемость работ по МЭ получена за шесть лет, а по СТМ – за 25 лет.

Значительный опыт изучения цитируемости научных сотрудников показал, что публикации, имеющие большое значение для развития науки и получившие признание, имеют сотни ссылок за несколько лет. У специалистов по МЭ из высокоцитируемой группы число ссылок получено цитированием нескольких десятков публикаций. Эти данные не противоречат гипотезе о преобладании в отечественных исследованиях по МЭ традиционной тематики. Как по СТМ, так и по МЭ не отвергается и другая гипотеза – о невысоком интересе зарубежных исследователей к отечественным работам по материаловедению. Полученные данные коррелируют с результатами библиометрического анализа вклада стран, включая Россию, в общемировой прогресс науки. По числу опубликованных работ за 1993–1997 гг. Россия находится на седьмом месте, по цитируемости она занимает 89-е место среди ста стран. Отечественные работы по материаловедению среди 18 областей естественных наук имеют самый низкий импакт (среднее число ссылок на публикацию), равный 0,07 [14].

Причины низкой цитируемости российских работ по материаловедению требуют отдельного рассмотрения. Но одна из них, возможно, заключается в отмеченном выше несовпадении структур, задаваемых направлениями исследований. Длительное различие в структурах скорее всего негативно сказывается на эффективности отечественных работ, так как затрудняет использование достижений мировой науки. Но иногда эти отличия могут быть показателем лидирования наших работ в отдельных научных направлениях.

Диссертации по СТМ выполнены по 12 специальностям естественных наук и 28 специальностям технических наук. Они разделены на две группы. «Естественнонаучные» диссертации отнесены нами к фундаментальным исследованиям, технические – к прикладным. Распределение диссертаций по этим двум группам и периодам времени приведено в табл. 9.

Таблица 9

## Распределение диссертаций (СТМ) по двум группам и периодам времени

Группа	Период		
	1990–1992 гг.	1993–1996 гг.	1997–1999 гг.
Фундаментальные исследования	11 (14,7%)	11 (31,4%)	3 (8,6%)
Прикладные исследования	64 (85,3%)	24 (68,6%)	32 (91,4%)

Если при переходе от первого ко второму периоду отношение фундаментальных к прикладным исследованиям возросло от 0,17 до 0,46 (возможно, за счет сокращения общего числа работ), то в третьем периоде эта величина уменьшилась в пять раз (0,093). Это указывает на ослабление фундаментальных исследований. Следует учесть, что докторские диссертации считаются значительным вкладом в научные направления. В физике пять докторских диссертаций были защищены в период 1991–1994 гг., в химии – три диссертации в период 1991–1996 гг. Эти данные не соответствуют требуемому масштабу исследований. Нет и работ, выполненных за последние годы.

В области прикладных исследований положение иное. Во втором периоде времени защищено шесть докторских диссертаций, в третьем – девять. Более половины работ выполнены по технологии машиностроения, процессам механической и физико-технической обработки, станкам и инструменту. Не было докторских диссертаций по транспортному, горному и строительному машиностроению, авиационной и ракетно-космической технике, электротехнике, электронике.

Что же касается докторских диссертаций по МЭ, то в работе «Краткий обзор тематики диссертаций, рассмотренный ВАК Минобразования России в 1999 году. Электроника, приборостроение и радиотехника» [20] отмечено: в этой области в 1999 г. работы были выполнены, хотя и в важных, но в традиционных направлениях: управление процессами дефектообразования в кремниевых структурах, низкотемпературные методы осаждения нитридных пленок из газовой фазы. В кандидатских диссертациях основное внимание уделено различным аспектам ге-

терозпитаксии, обработке поверхности, композиционным материалам, получению новых материалов для электроники.

Уровень теоретических работ, как правило, соответствует мировому уровню, а иногда и превосходит его. Однако экспериментальные работы и особенно промышленное внедрение оставляют желать лучшего. Тематика многих работ не имеет подлинно инновационного характера, не соответствует в полной мере потребностям развития электроники. Основные результаты исследований часто не публикуются в авторитетных научных журналах (эта оценка сделана одним из членов Экспертного совета по электронике, измерительной технике, радиотехнике и связи ВАК Министерства образования РФ).

По СТМ проделан также анализ отчетов о научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах, проведенных в России в 1990–2000 гг. и финансируемых из государственного бюджета. Динамика численности отчетов приведена в табл. 10.

Таблица 10

Динамика численности отчетов по СТМ

Год	Число отчетов	Год	Число отчетов	Год	Число отчетов
1990	30	1994	8	1998	10
1991	41	1995	12	1999	9
1992	31	1996	19	2000	9
1993	13	1997	10	—	—

Чтобы сделать результаты анализа статистически достоверными (выборки за год невелики), полученные данные объединены в три группы, соответствующие трем периодам времени: 1990–1992 гг., 1993–1996 гг., 1997–2000 гг. К первому периоду относятся работы, проводимые еще союзными организациями. Второй период может быть назван переходным по отношению к периоду, включающему работы за последние четыре года. Распределение числа организаций и отчетов по периодам времени приведено в табл. 11.

При переходе от первого периода ко второму число отчетов уменьшилось примерно в два раза. Это связано с сокращением числа организаций, работающих по СТМ. В табл. 12 приведены распределения

организаций и отчетов по союзным республикам для первого периода времени (1990–1992 гг.).

Таблица 11

Распределение числа организаций и отчетов по периодам времени

	Период		
	1990–1992 гг.	1993–1996 гг.	1997–2000 гг.
Организации	53	35	24
Отчеты	102	52	38

Таблица 12

Распределение организаций и отчетов по союзным республикам для первого периода времени (1990–1992 гг.)

Республика	Число организаций	Доля организаций (%)	Число отчетов	Доля отчетов (%)
Россия	32	60,4	57	55,9
Украина	12	22,6	34	33,3
Белоруссия	5	9,4	7	6,9
Казахстан	3	5,7	3	2,9
Латвия	1	1,9	1	1,0

На долю бывших союзных республик (помимо России) приходится 39,6% организаций и 44,1% отчетов. Высок вклад украинских организаций, особенно Института сверхтвердых материалов АН СССР (г. Киев). В этой крупной специализированной организации исследования проводились по многим направлениям СТМ, а по числу отчетов она заняла первое место (15,7%). Во второй и третий периоды времени работы организаций бывших союзных республик, естественно, не учитывались.

По сравнению с первым периодом во второй период только 30% организаций продолжали исследования по той же тематике. Аналогичный вывод сделан и для третьего периода. Получается, что немного организаций достаточно длительное время (свыше десяти лет) систематически работают в области СТМ, накапливая опыт и информацию в этом направлении. Здесь можно выделить Московский институт стали и спла-

вов (технический университет), Институт физики высоких давлений РАН (ИФВД). Последний заслуживает отдельного рассмотрения. С ним связано получение первых искусственных алмазов в нашей стране. В 60-е годы там же были синтезированы крупные (размером в несколько миллиметров) поликристаллические алмазы, которые затем научились получать в виде деталей инструментов и устройств заранее заданной формы. ИФВД принимал деятельное участие в создании развитой сети научно-исследовательских институтов, лабораторий и групп, занимавшихся проблемами синтеза, изучения и применения СТМ. Она включала крупные научно-технические центры, специализированные отделы и лаборатории в системе АН СССР, отдельные подразделения в вузах и других научных организациях. Такая структура обеспечивала решение всего комплекса задач – от разработки научных основ создания новых и совершенствования методов синтеза уже известных СТМ до перехода лабораторных наработок к опытным, опытно-промышленным и производственным технологиям получения СТМ, их использования в инструментальной и других отраслях промышленности. В 70-е годы ИФВД стал не только всесоюзным центром по СТМ, располагавшим современным оборудованием и крупнейшим прессом для исследовательских задач с усилием 50 тыс.т., но и возглавлял комплексную программу научно-технического сотрудничества со странами СЭВ по разделу СТМ.

В начале 90-х годов в ИФВД сменилось руководство, которое поддержало прикладные исследования по СТМ. Это, несомненно, сыграло негативную роль в развитии исследований по анализируемой критической технологии. Следует учесть, что, по оценкам американских экономистов, сверхтвердые материалы увеличивают промышленный и военный потенциал США примерно в два раза, а промышленно развитые страны продолжают вкладывать миллиарды долларов в исследования по СТМ. При этом, по нашим данным, в институте не удалось существенно повысить уровень фундаментальных исследований. В итоге страна лишилась крупнейшего базового центра по разработке процессов синтеза СТМ, передаче их для освоения промышленностью, развитию прогрессивных инструментальных применений на основе известных и новых СТМ.

Стоит отметить, что предпринимались попытки улучшить состояние дел. В конце 90-х годов был образован Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов. Несмотря на ряд достижений (разработка технологий синтеза крупных монокристаллов алмаза и оптически прозрачных алмазов, синтез полупроводников на основе

КНБ и пр.), эта организация по размаху исследований еще не вышла на уровень ИФВД АН СССР и испытывает трудности, связанные с недостатком помещений, оборудования и т.п. [2, 6].

Отдельно рассмотрен вопрос о руководителях работ. Распределение руководителей по ученым степеням и периодам времени приведено в табл. 13. Следует отметить возрастание доли докторов наук. Кроме того, в первый период времени работали еще семь членов союзной и республиканских академий. Во втором периоде продолжал работать один академик РАН, в третьем периоде — три академика РАН. Среди руководителей с учеными степенями преобладали доктора и кандидаты технических наук. Заметное участие в исследованиях принимали доктора физико-математических наук (от 12 до 25% в разные периоды времени). Кандидаты и доктора химических наук составляют незначительную часть руководителей, не более 10%. Следует учесть, что химии принадлежит ведущая роль в синтезе и изучении свойств СТМ, очевидно, самому важному звену в данной критической технологии.

Таблица 13

**Распределение руководителей работ по ученым степеням и периодам времени**

Ученая степень	Период		
	1990–1992 гг.	1993–1996 гг.	1997–2000 гг.
Доктор наук	31 (37,3%)	20 (43,5%)	17 (53,1%)
Кандидат наук	38 (45,8%)	16 (34,8%)	15 (46,9%)
Без ученой степени	14 (16,9%)	10 (21,7%)	—

Около 40% руководителей работ преподавали в вузах (профессора и доценты), обеспечивая подготовку кадров по получению и применению СТМ.

## Заключение

Проведенный науковедческий анализ двух критических технологий по новым материалам и химическим продуктам (сверхтвердым синтетическим материалам и материалам для микро- и нанoeлектроники) показал, что за последние годы произошло снижение исследовательской активности и масштаба работ. Оно в большей степени затронуло работы по СТМ, где помимо известных причин (значительная часть научно-экспериментальной базы осталась за пределами Российской Федерации, системный кризис российской науки) негативную роль сыграл отказ руководства Института физики высоких давлений РАН от проведения прикладных исследований.

Для патентов, полученных отечественными организациями в обоих критических технологиях, отмечено большое время ожидания — разность (в годах) между годом опубликования патента и годом подачи заявки. Такое запаздывание в появлении новой информации служит одной из причин низкой лицензионной активности российских организаций. Определена цитируемость ряда высококвалифицированных отечественных исследователей, работающих в анализируемых областях науки. Установлено, что доля высокоцитируемых ученых (число ссылок на их работы более 50) невысока — от 10,6 до 27%. Этот результат коррелирует с результатами библиометрического анализа вклада нашей страны в общемировой прогресс науки. Выдвинута гипотеза об одной из причин невысокой цитируемости отечественных работ: различие в структурах исследований, задаваемых различными научными направлениями. Структура отечественных исследований заметно отличается от структуры исследований мировой науки, определяемой работами наиболее развитых в научном отношении стран мира.

Одним из эффективных способов развития отечественных исследований и преодоления их отставания от уровня мировой науки в рассмотренных критических технологиях может быть принятие целевых научных программ, сопровождаемых систематическим анализом достигнутых результатов методами науковедения. Эти программы, помимо научно-технических проблем, должны включать подпрограммы по подготовке кадров, разработке и изготовлению аппаратуры и пр. По СТМ разработка государственной научно-технической программы, охватываю-

щая все основные научные направления, должна сочетаться с созданием межведомственного научно-технического совета по руководству этой программы, а также с созданием академического научного центра, достаточно обеспеченного кадрами и финансированием. Помимо проведения собственных исследований по ряду направлений СТМ, центр вместе с межведомственным советом будет выполнять координационные функции в цепи «исследования-разработки-производство».

Приведенные выше результаты получены в основном наукометрическими методами. Этот подход целесообразно дополнить изучением исследований по СТМ и МЭ с позиций экономики и социологии науки как разделов науковедения.

При проведении настоящих исследований реализована идея по получению основного массива релевантной информации с помощью Интернета («Интернет-науковедение»). Преимущества такого подхода по скорости получения данных, небольшим финансовым затратам и пр. настолько очевидны, что не нуждаются в обсуждении. В то же время выявились и недостатки. Один из них — часто отсутствует информация об исследованиях, проведенных десять и более лет назад. Это не позволяет провести ретроспективный анализ и выявить долговременные тенденции в развитии различных областей науки. Случаются сбои при попытках получения сведений из ряда отечественных и зарубежных баз данных. Так, например, во время проведения исследований по МЭ по организационным причинам на долгое время были недоступны базы данных Всероссийского научно-технического информационного центра. Недоступны для науковедческого анализа и базы данных Высшей аттестационной комиссии. Ни одна организация страны (по нашим данным) не имеет доступа к столь важной для науковедения базе данных по исследовательским фронтам Института научной информации США. Главная причина — высокая стоимость получения информации (несколько тысяч долларов в год). Но при хорошо налаженном массовом доступе эта сумма несопоставима с важностью получения объективной оценки состояния мировых и отечественных исследований в изучаемых областях науки.

Интернет располагает различными системами поиска информации, и их применение приводит иногда к получению несовпадающих разнородных результатов. Подобные данные трудно представить в структурированном виде. Ситуация улучшается, если имеются сведения о наличии доступных специализированных баз данных. Однако такую информацию не всегда можно получить.



Результаты эмпирического изучения критических технологий нуждаются в обсуждении. Именно это будет способствовать дальнейшему развитию науковедческого анализа критических технологий, важного для создания прочных методологических основ их выбора и оценки достигнутых результатов.

### Список литературы

1. Бирюков Б.В., Маркова Е.В. Проблема комплексного изучения развития науки // Науч. докл. высш. шк. Филос. науки. – М., 1967. – Т. 10, № 1. – С.173–178.
2. Васильева В. Интервью с сотрудниками Технологического института сверхтвердых и новых углеродных материалов // Поиск. – М., 2000. – 1 дек.
3. Воронцов В.А., Лялюшко Н.С. Научно-техническая сфера России в период разработки концепции ее реформирования // Науковедение. – М., 1999. – № 3. – С.44–62.
4. Государственные приоритеты в науке и образовании / Ракитов А.И., Авдулов А.Н., Иванова Н.И. и др.; Отв. ред. Ракитов А.И.; РАН. ИНИОН. Центр науч.-информ. исслед. по науке, образованию и технологиям; Центр информатизации, социал., технол. исслед. и науковед. анализа. – М., 2001. – 234 с.
5. Грановский Ю.В. Можно ли измерять науку? Исследования В.В.Налимова по наукометрии // Науковедение. – М., 2000. – № 1. – С.160–183.
6. Грановский Ю.В., Преображенский А.Я., Ракитов А.И., Ярилин А.А. Критические технологии с позиций науковедения: (на примере анализа технологий сверхтвердых материалов и иммунокоррекции) // Науковедение. – М., 2002. – № 1. – С.17–35.
7. Добров Г.М. Наука о науке: Введение в общее науковедение. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Наук. думка, 1970. – 320 с.
8. Келле В.Ж. Становление в СССР социологических исследований науки в послевоенный период // Вопр. истории естествознания и техники. – М., 1995. – № 2. – С.41–48.
9. Клебанер В.С., Мирабян Л.М., Терехов А.И. Опыт и проблема оценки развития нового научного направления // Науковедение. – М., 2000. – № 4. – С.106–128.
10. Козлов Б.И. Наука и науковедение в постиндустриальной России // Науковедение. – М., 2001. – № 4. – С.76–98.
11. Кузнецова Н.И. ИИЕТ как объект «полевого исследования» и сам по себе // Вопр. истории естествознания и техники. – М., 1995. – № 1. – С.138–145.
12. Маршак И.В. Система цитирования научной литературы как средство слежения за развитием науки. – М.: Наука, 1988. – 288 с.
13. Маршак И.В. Вклад России в развитие науки: Библиометрический анализ. – М.: Янус, 1995. – 248 с.
14. Маршак И.В. Мировая наука на пороге XXI века // Вестн. РАН. – М., 2000. – № 12. – С.1086–1093.

15. Микулинский С.Р., Родный Н.И. Наука как предмет специального исследования (к формированию «науки о науке» – науковедения) // *Вопр. философии.* – М., 1966. – № 5. – С.25-38.
16. Монджили А. Приключения науковедения: Случай Института истории естествознания и техники // *Вопр. истории естествознания и техники.* – М., 1995. – № 1. – С.116-137.
17. Налимов В.В., Мульченко З.М. Наукометрия: Изучение развития науки как информационного процесса. – М.: Наука, 1969. – 192 с.
18. Науковедение и проблема перестройки в науке // *Вопр. истории естествознания и техники.* – М., 1987. – № 3. – С.89–99.
19. Наукометрия: Информ. указ. / Сост. Мурашова Т.И., Любимова Т.Н. и др.; Под ред. Грановского Ю.В. – М.: Науч. совет по комплекс. проблеме «Кибернетика» АН СССР, 1976. – 129 с.
20. Полторацкий Э.А. Краткий обзор тематики диссертаций, рассмотренный ВАК Минобразования России в 1999 году. Электроника, приборостроение и радиотехника // *Бюл. Высш. аттестац. ком. М-ва образования РФ.* – М., 2001. – № 3. – С.28–29.
21. Семенов Е.В. Первый российский науковедческий журнал // *Науковедение.* – М., 1999. – № 1. – С.5–6.
22. Суздаев И.П. Нанокластеры и нанокластерные системы // *Вестн. РФФИ.* – М., 1999. – № 1.
23. Хайтун С.Д. Наукометрия: Состояние и перспективы. – М.: Наука, 1983. – 344 с.
24. Хайтун С.Д. Проблемы количественного анализа науки. – М.: Наука, 1989. – 280 с.
25. Bernal J.D. The social function of science. – L.: Routledge & Kegan Paul, 1939. – 482 p.

**А.А.Ярилин**

**НАУКОВЕДЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ  
КРИТИЧЕСКИХ БИОМЕДИЦИНСКИХ  
ТЕХНОЛОГИЙ.  
ИММУНОКОРРЕКЦИЯ, ГЕНОДИАГНОСТИКА,  
ГЕНОТЕРАПИЯ\***

**Введение**

В 1996 г. правительство Российской Федерации утвердило перечень основных направлений науки и критических технологий, содержащий 70 наименований [1]. В 1999 г. он был пересмотрен и сокращен до 59, а в 2002 г. до 52 наименований. Окончательный список рассматривается как ориентир для государственной финансовой и правовой поддержки науки и технологических разработок. Однако обоснованность такого выбора научных направлений и критических технологий недостаточно очевидна. Дело не только в том, чтобы избранные технологии были действительно важны для реализации научно-технического прогресса, но и в том, чтобы их первоочередная разработка была реальна и оправдана именно в нашей стране. Это, в свою очередь, зависит от исходного состояния данного направления в России, потенциальных затрат на его приоритетное развитие в дальнейшем и т.д. Для разработки обоснованных подходов к принятию решения по выбору ключевых направлений научных разработок, заслуживающих целенаправленной поддержки со стороны государства, требуется проведение специальных науковедче-

---

\*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 01-06-80071).

ских исследований с участием экспертов в соответствующих областях знаний.

В данной работе изложены результаты эмпирического исследования ряда биомедицинских технологий (иммунокоррекция, генодиагностика и генотерапия), включенных в перечень критических технологий. Целью исследования был сопоставительный анализ содержащихся в Интернете данных по развитию указанных биотехнологических направлений в нашей стране и за рубежом.

Под иммунокоррекцией понимается комплекс воздействий, направленных на иммунную систему с целью устранения ее нарушений [4]. В зарубежной (англоязычной) литературе термин «иммунокоррекция» практически не используется, а применяется близкий ему по значению термин «иммунотерапия», который служит для обозначения воздействий на иммунную систему человека и животных с целью ее нормализации и достижения благоприятных клинических эффектов. В связи с тем, что в основу данной работы был положен анализ по преимуществу зарубежной литературы, в дальнейшем будет использоваться термин «иммунотерапия» (ИТ).

Генодиагностика (ГД) — это использование методов молекулярной генетики для клинической диагностики заболеваний человека. Как правило, она состоит в обнаружении (преимущественно с помощью полимеразной цепной реакции) в исследуемом материале генов, не свойственных данному организму (микробов, вирусов и т.д.), или видоизмененных (мутантных) собственных генов, появление которых служит основой для развития заболевания.

Генотерапия (ГТ) — это использование для лечения заболеваний человека методов и средств молекулярной генетики с целью устранения наследственных дефектов или модификации генома клеток организма. Ее основой является перенос недостающих генов, предварительно внедряемых (трансфицирующихся) в клетки, которые затем вводятся в организм.

Эти направления биомедицинской технологии отличаются «по возрасту»: если ИТ разрабатывается в течение как минимум 50 лет, то два других возникли 15–20 лет тому назад, причем ГД достаточно широко внедрилась в медицинскую практику, тогда как ГТ находится в основном на стадии экспериментальной разработки, и реальные результаты ее практического применения минимальны.

## Методика исследований

В основу работы были положены данные системы «PubMed» – поисковой службы Национальной медицинской библиотеки (National Library of Medicine) США. Из «PubMed» извлекали данные по годам – с 1990 по 2000 г. В качестве главных ключевых слов использовали термины «Immunotherapy», «Gene diagnostics» (или «Polymerase chain reaction») и «Gene therapy», а также их сочетания с дополнительными терминами, соответствующими области применения технологии, используемых средств и т.д., например, «Gene therapy and Oncology» или «Immunotherapy and Cytokines». Особое внимание уделялось публикациям по клиническим испытаниям новых препаратов и методов, а также применению экономических методов оценки эффективности средств диагностики и терапии.

Отечественная литература исследовалась в «PubMed» путем извлечения данных на русском языке. Таким образом, объем доступной информации был заведомо сужен, поскольку в международные информационные системы попадает не вся русскоязычная литература, а ее «средний» уровень. Наиболее сильные работы публикуются в международной печати (и, как правило, параллельно – в отечественных журналах), а наиболее слабые – в журналах и сборниках, не учитываемых службой «PubMed». Отечественная информация по генотерапии и генодиагностике существенно пополнялась за счет использования поисковых систем «Яндекс» и «Rambler», а также «ручной» работы с отечественными журналами и другими источниками информации. Анализ отечественных патентов по генотерапии и генодиагностике проводили с помощью Патентной поисковой системы Федерального института промышленной собственности<sup>1</sup>.

### Динамика численности публикаций по иммунотерапии, генодиагностике и генотерапии

В табл. 1 отражены данные о численности публикаций по ИТ, ГД и ГТ с 1990 по 2000 г., об отношении числа работ на русском языке к их общему количеству в процентах за первый и последний год, а также за весь срок наблюдения. Приведены также величины, характеризующие темп роста числа публикаций – средний прирост числа работ за год и

---

<sup>1</sup> [www.fips.ru](http://www.fips.ru)

кратность прироста (соотношение числа работ в последний и первый годы). Графически эти данные представлены на рис. 1, который отражает динамику числа публикаций (общего и на русском языке) относительно их количества в 1990 г.

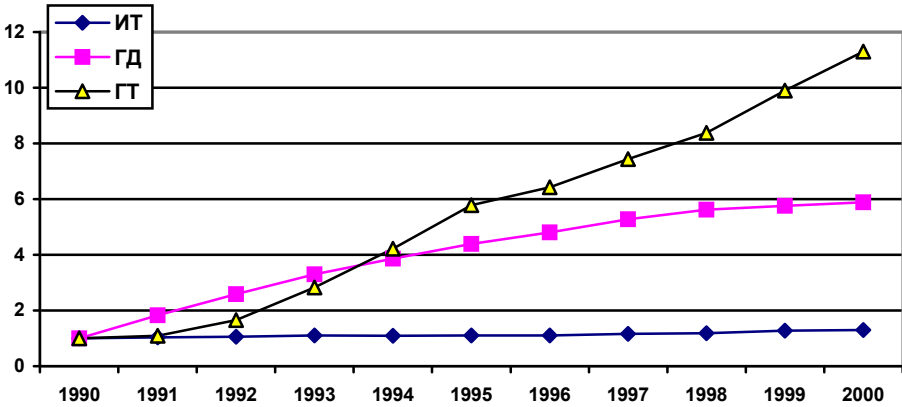
Общее число печатных работ по всем трем направлениям существенно различалось: оно было наибольшим для ГД и наименьшим для ГТ. Во всех случаях наблюдался непрерывный рост числа публикаций, однако его темпы были различны: ГТ – более, чем в 10 раз, ГД – 6, ИТ – 1,3 раза. Это связано со степенью «освоенности» соответствующих направлений: ИТ существует относительно давно, ГД развилась в последние 15-20 лет, а ГТ до сих пор является предметом преимущественно лабораторных разработок и очень слабо продвинута в клиническую практику. Абсолютное число работ по ГД намного больше и, судя по тенденции к насыщению кривой его роста, это направление находится накануне стабилизации, аналогичной той, которая зафиксирована нами в случае ИТ.

Таблица 1

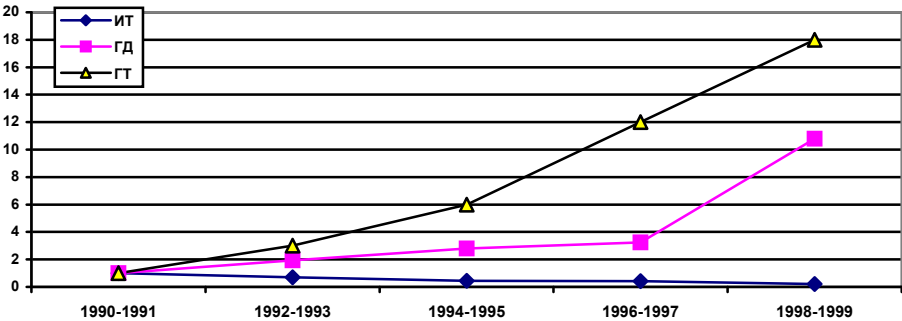
**Динамика численности публикаций по иммунотерапии (ИТ)  
и ее использованию при различных типах патологии  
(по данным «PubMed» за 90-е годы)**

Год	Общее количество			На русском языке		
	ИТ	ГД	ГТ	ИТ	ГД	ГТ
1990 (% от общего количества)	4292	3264	268	163 (3,7%)	5 (0,15%)	1 (0,37%)
1991	4425	5947	293	211	11	0
1992	4560	8142	447	142	9	0
1993	4736	10764	760	136	13	3
1994	4681	12577	1131	83	22	5
1995	4728	14360	1551	81	33	1
1996	4740	16023	1723	76	43	3
1997	4992	17256	1994	85	30	9
1998	5048	18327	2247	63	37	9
1999	5501	18781	2658	76	52	7
2000 (% от общего количества)	5599	19189	3017	46 (0,82%)	51 (0,27%)	17 (0,56%)
Всего (% от общего кол-ва)	53302	127135	16089	1162 (2,2%)	319 (0,25%)	55 (0,34%)
Средне-годовой прирост, %	2,5	20,7	28,9	-26,4	46,6	100,8
Кратность роста	1,3	5,9	11,3	0,25	10,2	17

### Общемировые публикации



### Русскоязычные публикации



По оси абсцисс – годы, по оси ординат – число работ относительно их количества в 1990 г., принятого за 1,0.

**Рисунок 1**  
**Погодовая динамика численности общемировых и русскоязычных Публикаций по проблемам иммунотерапии (ИТ), генодиагностики (ГД) и генотерапии (ГТ) в течение 90-х годов XX в.**

Совершенно иная картина получена при анализе русско-язычной литературы по тем же направлениям. Прежде всего обращает внимание малое число публикаций в сравнении с мировым уровнем. Численный вклад всех работ на русском языке по ИТ составил за одиннадцать лет 2,2% от мирового, по ГД и ГТ эта величина существенно ниже — соответственно 0,25 и 0,34%. В связи с очень малым ежегодным числом публикаций на русском языке более сильно, чем при анализе всей литературы по данным проблемам, проявляются случайные колебания показателей за год. В связи с этим на графиках отражена динамика публикаций с двухлетним интервалом, что позволило несколько сгладить эти колебания. Установлено, что численность русскоязычных публикаций по ИТ в течение исследованного периода снижалась. За год снижение составляло 16%. Количество работ, опубликованных в 2000 г., было в четыре раза ниже, чем в 1990 г. Численность работ по ГД и ГТ возрастала темпами, даже превосходящими таковые для мировой литературы. Однако, учитывая ничтожно малое абсолютное число работ, особенно по ГТ, едва ли следует придавать особое значение высоким показателям годового прироста числа статей. К тому же анализ характера публикаций по ГТ на русском языке показал, что более половины их (64%) составляют обзорные статьи, тогда как на долю оригинальных сообщений приходится всего 15% публикаций. Соответствующие величины для общемировой литературы по ГТ составили 19 и 64%. Следовательно, русскоязычная литература по ГТ имеет в значительной степени ознакомительный характер и едва ли рост числа публикаций в этом случае отражает реальный прогресс в разработке проблемы.

Таким образом, анализ динамики публикаций 1990—2000 гг. выявил динамичный и непрерывный рост числа опубликованных работ по всем трем направлениям. Развитие соответствующих тематик в России имеет существенные особенности. Вклад русскоязычных публикаций в общемировой поток невелик, особенно в случае ГД и ГТ. В течение десятилетия наблюдалось четырехкратное снижение ежегодного числа публикаций по ИТ. Рост числа русскоязычных публикаций по ГД практически не отличается от общемирового, а по ГТ — отражает не столько расширение исследований, сколько увеличение числа обзорных статей, направленных на поддержание должного уровня знаний в этой актуальной области.



## Структура исследований в области иммунотерапии, генодиагностики и генотерапии

Существенная информация была получена при анализе структуры потоков публикаций, посвященных ИТ, ГД и ГТ. Под структурой мы понимаем состав периодической литературы, характеризующийся соотношением работ, посвященных различным областям применения биотехнологий, использованию различных средств и вариантов технологий, наконец, различного типа публикаций (обзоры, оригинальные статьи — экспериментальные, клинические, посвященные апробации новых методов и т.д.).

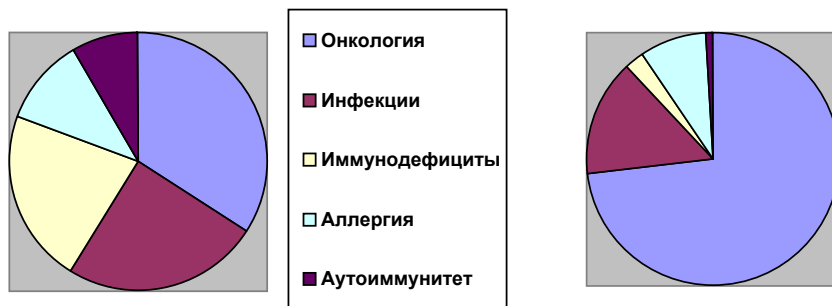
При анализе мировой литературы по ИТ нами было отмечено, что темп прироста числа работ, посвященных использованию ИТ для лечения разных групп заболеваний, различен. Условно были выделены «прогрессивные» (рост числа публикаций в 1,5 и более раз за десятилетие) и «консервативные» (рост менее, чем в 1,5 раза) направления. Крайние позиции в этом отношении занимает, например, ИТ опухолей (рост в 1,78 раза) и инфекционные болезни (рост в 1,24 раза). При анализе русскоязычной литературы оказалось, что для «прогрессивных» направлений характерна более стабильная динамика численности публикаций, чем для «консервативных» направлений: число публикаций по ИТ опухолей снизилось в два, а по ИТ инфекционных болезней — в три раза. Тем не менее доля «консервативных» направлений в общем составе русскоязычных публикаций более высока, чем «прогрессивных», тогда как для состава общемировой литературы характерно противоположное соотношение. На примере ИТ опухолей и инфекций это выглядит так: в мировом потоке литературы за 90-е годы на их долю приходится соответственно 34,3 и 24,3%, а в составе русскоязычной литературы — 21,3 и 43,4%. Таким образом, для русскоязычной литературы по ИТ характерен более «консервативный» тип структуры.

Это наблюдение подтверждается при анализе литературы по ИТ в зависимости от используемых средств и методов применяемой иммунотерапии. И в этом случае на основе различий темпов прироста числа публикаций удается выделить «консервативные» и «прогрессивные» подходы. Примером первых может служить давно освоенное в медицине лечебное применение иммуноглобулина, примером вторых — лечение цитокинами, вошедшее в меди-

цину в последние 15–20 лет. Число публикаций, основанных на применении этих методов ИТ, за десятилетие во всем мире возросло соответственно в 1,32 и 1,67 раз, тогда как число русскоязычных публикаций в 1999 г. составило относительно 1990 г. соответственно 0,13 и 0,8 (т.е. убыло в различной степени). При оценке вклада этих направлений ИТ в общий объем исследований установлено, что на долю ИТ иммуноглобулинами и цитокинами в общем поле мировой литературы приходилось соответственно 11,3 и 18,2%, а в русскоязычной литературе – 23,7 и 11,4%. Таким образом, и при классификации работ по средствам ИТ оказывается, что в России, в отличие от мировой практики, исследования в «консервативных» направлениях вносят больший вклад в сумму работ по ИТ, чем исследования в «прогрессивных» направлениях. В этом отношении весьма показательна ИТ с использованием дендритных клеток («дендритно-клеточные вакцины», которые применяют, главным образом, для лечения злокачественных опухолей). На протяжении первой половины 90-х на эту тему публиковалось по две-три работы в год, но с 1995 г. регистрируется неуклонный и быстрый рост числа публикаций, которое в 1999 г. составило 130. На русском языке за тот же срок не было опубликовано ни одной статьи на эту тему. Данный случай особенно четко демонстрирует консервативный, даже отсталый профиль отечественных исследований по ИТ.

Аналогичные результаты получены при анализе структуры публикаций в области ГД. Основными областями применения ГД также являются инфекционные и онкологические заболевания. Как и в случае ИТ, рост числа работ по использованию ГД в онкологической практике был значительно выше, чем рост числа публикаций по ее использованию при инфекционных заболеваниях: за десятилетие произошло увеличение числа статей соответственно в 1,4 и 7,5 раз. В России также наблюдался более бурный рост числа публикаций по онкологическому применению ГД (в 17 раз против пятикратного для инфекционных заболеваний). Однако соотношение этих направлений ГД в общей структуре мировых и российских публикаций было несопоставимым. Если использованию ГД в инфектологии и онкологии было посвящено примерно одинаковое число работ (соответственно 29,5 и 25,5%), то для русскоязычной литературы аналогичные цифры составили 78,2 и 6,0%. Среди публикаций по ГД на русском языке доля работ, посвященных инфекционным заболеваниям, в два раза выше, чем доля всех остальных работ (для сравнения, в мировой литературе – в 2,3 раза ниже). Таким образом, применение ГД в России практически исчерпывается чрезвычайно важной, но наиболее «консервативной» областью – инфекциями. Сопоставление различных областей приложения ГД отражено на рис. 2 Б.

А



Б



Рисунок 2

Соотношение различных областей применения иммунотерапии (А) и генодиагностики (Б) по данным анализа мировой (левые диаграммы) и русскоязычной (правые диаграммы) литературы

Концентрация усилий отечественных медиков в области ГД инфекционных заболеваний отражается также на данных по оценке доли работ, посвященных определению с помощью ГД генов, детерминирующих разные группы биологически значимых субстанций. Чаще всего с диагностической целью определяют гены ферментов (18,0%), тогда как определение микробных генов находится на втором месте (12,7%). В России микробные гены определяют несопоставимо чаще, чем гены ферментов (соответственно в 78,2 и 13,7% опубликованных работ). Определение микробных генов было первым объектом практического применения ГД в

медицине. Однако впоследствии спектр генов, выявляемых в патологическом материале непрерывно расширялся. В России этот процесс законсервировался на начальной стадии: несмотря на постепенное расширение сферы применения ГД, преобладает определение микробных генов.

К сожалению, аналогичное сопоставление мировой и русскоязычной литературы в области ГТ практически невозможно из-за крайне малого числа оригинальных работ по ГТ, опубликованных на русском языке (10). Можно лишь сказать, что отечественные исследователи прилагают усилия в тех же областях ГТ, которые являются фаворитами в мировой науке – в онкологии и иммунопатологии, используя в принципе те же подходы – перенос генов в составе клеток, чаще всего стволовых кроветворных или опухолевых. Однако установить реальные закономерности развития ГТ на основе анализа столь малого объема публикаций не представляется возможным.

### Анализ результативности исследований

Конечной целью разработок в области рассматриваемых областей биомедицинских исследований является внедрение в медицинскую практику новых методов диагностики и терапии, что выражается в особенно ясной форме в создании новых лечебных препаратов. Поэтому доля публикаций, посвященных клиническому испытанию новых препаратов, может служить адекватным показателем результативности прикладных исследований.

На рис. 3 представлены кривые, отражающие динамику процентной доли публикаций, посвященных испытанию новых иммунокорригирующих препаратов, от общего числа работ, опубликованных в области ИТ. Форма кривой для мировой литературы достаточно «правильная», тогда как для русскоязычной литературы она имеет ломаный, нерегулярный характер. Однако общие закономерности можно проследить на примере этих кривых с достаточной очевидностью. Прежде всего, процентный вклад публикаций, посвященных испытанию новых препаратов, примерно в два раза выше для мировой литературы по сравнению с русскоязычной. Действительно, за десятилетия 11,1% мировой печатной продукции по ИТ были посвящены испытанию новых препаратов, в то время как для русскоязычной литературы эта доля составила 3,5%, т.е. в три раза меньше.

Заслуживает внимания и определенный рост доли публикаций, посвященных испытанию новых средств. Это проявляется в плавном на-

растании доли публикаций по испытанию препаратов между 1990–1991 гг. и 1996–1997 гг. Для российских данных подъем регистрируется лишь в конце десятилетия. Нет полной уверенности в том, что он закономерен: высокая цифра для 1998–1999 гг. обусловлена разовым всплеском доли испытаний в 1998 г., когда этот показатель превысил мировой уровень. Несмотря на отставание от мировых показателей, следует подчеркнуть достаточно высокую активность отечественных исследователей в создании новых иммунокорректирующих препаратов. Это выразилось в утверждении Фармкомитетом России в течение 90-х годов 17 новых препаратов, применяемых в области ИТ.

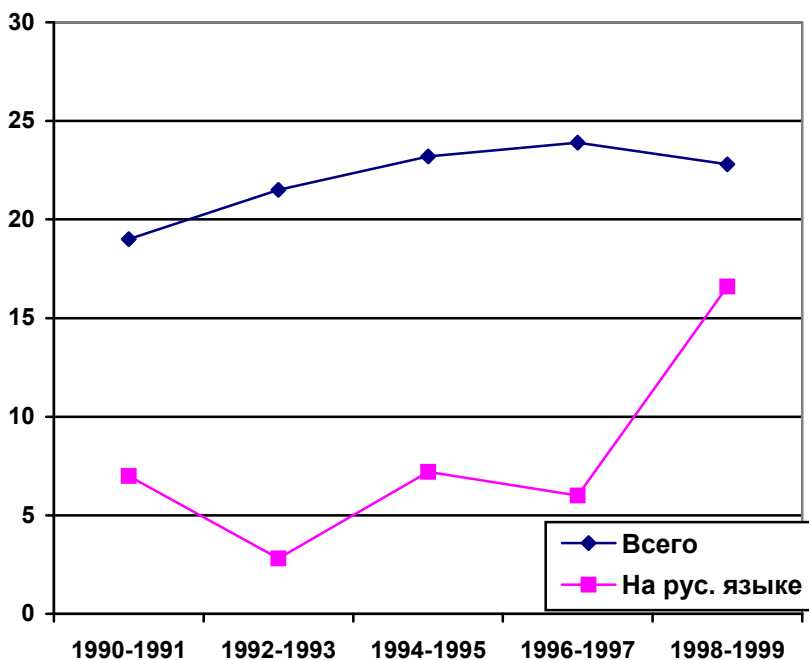
Аналогичный анализ был осуществлен по оценке практической результативности исследований по ГТ. По данным мировой литературы, в начале десятилетия доля работ, посвященных испытанию новых препаратов в этой области, составляла 0,8–1,8%. Однако в 1993 г. она достигла 3,5% и сохранялась на этом уровне (3,5–4,5%) до конца десятилетия. Более низкий процент внедрения новых препаратов в ГТ объясняется тем, что для этого нового направления биомедицины пока характерна невысокая эффективность практического использования научных разработок. За указанный период в русскоязычной литературе не было опубликовано ни одной работы по внедрению новых методов ГТ в практическую медицину.

### **Внедрение экономических подходов в биомедицинские исследования**

Последнее десятилетие ознаменовалось интенсивным внедрением в медицину экономических подходов. Создалось новое научное направление – фармакоэкономика. Возникло понятие «стоимости болезни» и т.д. Анализ мировой литературы по исследованным критическим технологиям подтвердил эту тенденцию. На протяжении десятилетия наблюдался значительный и неуклонный рост числа публикаций в указанной области. Этот рост выглядит особенно выразительно для ГД: начавшись с единичных работ в 1990 г., поток публикаций возрастал практически линейно, превысив в 2001 г. 100. Рост числа работ по экономическим аспектам ИТ и ГТ был менее интенсивным. В случае ИТ это может быть связано с тем, что методы данного направления уже надежно освоены и не нуждаются в экономическом обосновании, тогда как для ГТ с ее отно-

сительно невысоким уровнем внедрения время интенсивного привлечения экономики пока не наступило.

Поиск публикаций по экономическим аспектам ИТ, ГД и ГТ в русскоязычной литературе привел к очень скромному результату: за десятилетие выявлено четыре работы (одна – в области ИТ и три – в области ГД). Этот факт в очередной раз подтверждает инерционность отечественных научных исследований.



**Рисунок 3.**  
Динамика публикаций по клиническому испытанию новых препаратов в области ИТ

## Применение других показателей для сравнительного анализа мировой и отечественной литературы по критическим технологиям в биомедицине

Анализ потока публикаций оказался наиболее информативным путем решения поставленных задач. Однако нами использовались и другие источники информации и показатели.

Так, была изучена динамика численности диссертаций, защищенных в России по тематикам, связанным с ИТ. Из табл. 2 видно, что число диссертаций по ИТ на протяжении десятилетия снижалось. При сопоставлении этих данных с числом публикаций можно обнаружить общие тенденции: в обоих случаях наблюдается снижение, которое временно приостановилось в период с 1995 по 1997 г. В то же время, с одной стороны, интенсивность спада была больше для статей, чем для диссертаций (соответственно в 2,7 и в 2,1 раза), с другой – при учете статей проявилась более явная стабилизация численности во второй половине десятилетия, чем при учете диссертаций (перепад между максимумом и минимумом во второй половине десятилетия в первом случае был 1,2 раза, во втором – 1,5). Однако в целом закономерность, выявленная при изучении потока публикаций, практически полностью повторилась при изучении диссертаций.

Таблица 2

Динамика численности диссертаций, защищенных по проблемам ИТ  
на протяжении 90-х годов  
(в сопоставлении с динамикой публикаций)

Показатель	Годы				
	1990–1991	1992–1993	1994–1995	1996–1997	1998–1999
Абсолютное число диссертаций	25	18	15	18	12
Число диссертаций, в % к 1990–1991 гг.	100	72	60	72	48
Число статей,					

в % к 1990–1991 гг.	100	74	44	43	37
---------------------	-----	----	----	----	----

При изучении численности патентов, принятых и зарегистрированных на протяжении десятилетия, обнаружена менее четкая и понятная закономерность (табл. 3). Оценка поданных заявок на изобретения, связанные с иммунокоррекцией и иммунотерапией, показала, что их число было практически постоянным, если не считать непонятного «выброса» в середине десятилетия. Что касается утвержденных патентов (они принимались в среднем через три года после подачи), можно констатировать постоянный рост их числа – в общей сложности в 2,7 раза. Пока трудно сказать, отражает ли это истинную закономерность в отношении числа патентуемых работ по ИТ или свидетельствует о некоторой либерализации в области патентования.

Таблица 3

**Динамика численности поданных заявок на патенты  
и принятых патентов по тематикам  
«Иммуномодуляция», «Иммунотерапия», «Иммунокоррекция»**

Показатель	Годы				
	1990–1991	1992–1993	1994–1995	1996–1997	1998–1999
Поданные заявки	9	9	22	11	7
Принятые патенты	–	–	10	18	27

Примечание: в качестве принятых учитывались только патенты, заявки на которые были поданы не ранее 1990 г.

Учет числа конференций по исследованным направлениям (ИТ, ГД, ГТ) позволил обнаружить следующее. Научные конференции по традиционной, давно разрабатываемой проблеме ИТ собираются ежегодно, их годовая численность в течение десятилетия не была постоянной, но ее изменения не имели единой направленности, а были скорее колебательными. Наиболее выраженный пик зарегистрирован в 1993 и 1994 гг. (соответственно 14 и 16 конференций), более низкие пики – в 1990 и 1998 гг. Общее число конференций по ГД было примерно в пять раз меньше, чем по ИТ. Они собирались в течение всего десятилетия, но



с пропусками (в среднем — через год). Число конференций во второй половине десятилетия было примерно в два раза больше, чем в первой. Наконец, конференции по ГТ стали организовываться с середины 90-х годов, причем только в 2000 г. их число было больше, чем за предыдущие пять лет (шесть против пяти).

Таким образом, регулярность и частота созыва конференций определяется прежде всего тем, насколько проблема сложилась и «устоялась». Это происходит параллельно ее обособлению от других проблем, которое выражается в создании специализированных институтов и подразделений (научных лабораторий, групп), журналов, выделении на нужды исследований специальных грантов, т.е. тому, что обозначается термином «институционализация». Относительно постоянный режим проведения конференций диктуется, по-видимому, актуальностью и объемом проводимых исследований.

В России на протяжении 90-х годов не проводилось специализированных конференций ни по одному из названных направлений, хотя на конференциях более общего профиля (по иммунологии, генетике, фармакологии) работы соответствующих направлений были представлены достаточно широко. Это подтверждает отсутствие институционализации рассматриваемых направлений в России. В результате актуальные направления не имеют финансирования «особой строкой».

## Заключение

В работе подвергнута сравнительному анализу информация о развитии на протяжении 90-х годов XX в. биомедицинских технологий, признанных в России критическими — иммуно-коррекции/иммунотерапии (ИТ), генодиагностики (ГД) и генотерапии (ГТ). Анализ отдельно осуществлялся для общего пула опубликованных работ и для публикаций на русском языке, что отражало развитие данных научных направлений во всем мире и отдельно в России. Некоторые, наиболее существенные результаты обобщены в табл. 4.

По данным анализа информации, содержащейся в поисковой системе Национальной медицинской библиотеки США «PubMed», общее число публикаций по всем трем отраслям науки непрерывно возрастало. Темп роста в значительной степени определялся «возрастом» проблемы: прирост числа публикаций по ИТ, разработка которой осуществляется в течение более чем полувека, был наименьшим, тогда как число работ по наиболее молодой из исследованных отраслей, ГТ, росло особенно бы-

стро. Те же соотношения сохранялись для работ, опубликованных на русском языке, однако в этом случае численность публикаций в области ИТ на протяжении десятилетия не повышалась, а снижалась, а публикации в области ГТ носили скорее ознакомительный, чем исследовательский характер (обзоры преобладали над оригинальными статьями).

Существенные различия выявлены в структуре мировой и русскоязычной научной литературы по указанным направлениям. Это выразилось в различном соотношении числа публикаций по направлениям, отличающимся актуальностью и, соответственно, темпом роста числа посвященных им работ. На этой основе в изученных направлениях выделялись «консервативные» и «прогрессивные» разделы, вычленившиеся по областям применения технологий, используемым средствам и методам. Для структуры мировой науки характерен наиболее высокий вклад «прогрессивных» направлений, основанных на применении наиболее современных технологий, внедряющихся в ранее не освоенные области патологии, тогда как доля работ по давно внедренным традиционным направлениям заведомо ниже, причем «традиционные» направления постепенно вытесняются «прогрессивными». В России также наблюдается быстрый рост числа исследований в «прогрессивных» направлениях, но «передовые» технологии продолжают занимать весьма скромное долевое место в потоке публикаций.

Для всех трех направлений российской науки характерна более скромная результативность, определявшаяся долей публикаций, посвященных испытанию новых препаратов или методов диагностики/лечения. В области ИТ этот показатель для русскоязычных публикаций в три раза ниже мирового уровня, а в области ГД и ГТ работы на русском языке по клиническому испытанию новых методов отсутствуют. В России появились лишь единичные работы по экономическим аспектам исследований, давно занявшие заметное место в соответствующих направлениях мировой науки.

Для передовых научных держав характерно обособление, институционализация изученных в данной работе направлений прикладной биомедицинской науки. Она проявляется в создании специализированных институтов, отделов, лабораторий, открытии журналов по соответствующей тематике, организации конференций, специально посвященных данной проблематике, наконец, в целенаправленном финансировании, как федеральном, так и грантовом. Институционализация не затронула соответствующие направления российской науки, что приводит к недостаточной векторизации финансовых средств, которые размываются ме-

жду научными направлениями, существенно различающимися по уровню значимости.

Таблица 4

**Сопоставление данных науковедческого анализа исследований по генодиагностике и генотерапии в мировом масштабе и в России в период с 1990 по 2000 г.**

Показатель	Иммунотерапия		Генодиагностика		Генотерапия	
	в целом	в России	в целом	в России	в целом	в России
Всего публикаций	53302	1162 (2,2%)	127135	319 (0,25%)	13449	55 (0,41%)
Кратность прироста числа публикаций за весь срок	1,3	0,25	5,9	10,2	11,3	17
Главная область применения	Онкология	Онкология	Инфекционные болезни	Инфекционные болезни	Онкология	Онкология
Процент оригинальных исследований	82,2	93,1	77	74	64	19
Процент работ по клиническим испытаниям	11,1	3,5	0,8	0	2,8	0
Число работ по экономике	197	1	233	3	187	0
Число конференций	90	0	11	0	11	0

В связи с этим в качестве одного из путей устранения очевидного отставания России от стран с развитой системой передовых биомедицинских технологий может быть названо повышение финансовой поддержки данных научных направлений путем создания специализированных научных программ. Справедливости ради, необходимо отметить, что по самому «горячему» и самому отсталому в рамках российской науки направлению

– генотерапии – в конце прошлого десятилетия в России создана федеральная научная программа [3], уже давшая определенные результаты в начале нового столетия.

Следует указать еще на один источник финансирования рассмотренных направлений в биотехнологии – привлечение частного капитала. В области ГД частными средствами финансируется большая часть лабораторий по генодиагностике инфекций. Использование аналогичной схемы для интенсификации внедрения ИТ и ГД в отечественную медицину, а возможно, и исследований в области ГТ может быть реальным рычагом ускорения развития этих направлений в России.

Проведенный науковедческий анализ критических биомедицинских технологий позволил сделать следующие выводы:

1. Научные исследования по материалам иммунокоррекции, генодиагностики и генотерапии интенсивно развиваются в передовых в научном и технологическом отношении странах. Их влияние на все стороны жизни современного общества настолько велико, что не возникает никаких сомнений в их дальнейшем быстром развитии.

2. Целесообразна организация с помощью баз данных, наиболее полно учитывающих научные и технологические достижения, постоянного науковедческого мониторинга состояния мировых и отечественных информационных потоков в этих областях.

3. Иммунокоррекция и генодиагностика относительно широко внедрены в отечественную медицинскую науку и особенно диагностическую практику. Напротив, генотерапия почти не получила развития в России. Внутри этой проблематики можно выделить как особенно важное научное направление генотерапию рака, нуждающуюся в первоочередной финансовой поддержке.

4. Перспективы дальнейшего развития изученных направлений биомедицинской технологии можно связать с целенаправленной концентрацией бюджетных средств путем создания целевых научных программ, институционализацией соответствующих разделов науки и их автономным финансированием, в том числе при помощи частного капитала.

## Список литературы

1. Государственные приоритеты в науке и образовании / Ракитов А.И., Авдулов А.Н., Иванова Н.И. и др.; Отв. ред. Ракитов А.И.; РАН. ИНИОН. Центр науч.-информ. исслед. по науке, образованию и технологиям; Центр информатизации, социал., технол. исслед. и науковед. анализа. – М., 2001. – 234 с.
2. Грановский Ю.В., Преображенский А.Я., Ракитов А.И., Ярилин А.А. Критические технологии с позиций науковедения: (на примере анализа технологий сверхтвердых материалов и иммунокоррекции) // Науковедение. – М., 2002. – № 1. – С.17–35.
3. Зеленин А.В., Кайгородов В.А., Прасолов В.С. Генотерапия сегодня и завтра // Вопр. мед. химии. – М., 2000. – Т. 32. – С.219–228.
4. Хаитов Р.М., Пинегин Б.В. Основные принципы иммуномодулирующей терапии // Аллергия, астма и клин. иммунология. – М., 2000. – № 1. – С. 9–16.

**Г.В.Бромберг**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАТЕНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ВЫБОРЕ ПРИОРИТЕТОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ**

### **Введение**

Методически процесс выбора приоритетных направлений развития науки и технологии является сложным, включает в себя и подготовительные действия, и процедуру оценки объективных данных, и выявление мнений на основе анализа экспертной информации, и этап принятия решений иногда политического характера. Причем на принимаемое решение часто влияют субъективные факторы. Скажем, вернулся из зарубежной поездки некий маститый ученый или влиятельный чиновник и начинает добиваться признания близкого ему научно-технического направления приоритетным, используя в качестве веского аргумента свои впечатления о зарубежных достижениях в этой области. При этом забывается, что за время, прошедшее после получения чиновником ярких зарубежных впечатлений, последние успели устареть и уступить место новым достижениям, в том числе и отечественным.

Проблема выбора приоритетов в науке и технологии, считает И.А. Николаев [5], неразрывно связана с проблемой целеполагания, выявления приоритетов на национальном уровне. Можно конструировать механизмы выбора научно-технологических приоритетов и без учета более общих проблем, т.е. без увязки вопроса с национальными целями и приоритетами в целом. Но в таком случае надо отдавать себе отчет в несовершенстве подобных построений. Однако было бы ошибкой ожидать, пока все «образуется» на национальном уровне. Поэтому принци-

пиальная позиция автора состоит в том, что система выбора приоритетных направлений развития науки и технологии должна работать и при ограничивающих факторах.

Нельзя не согласиться с тем, что такой нацеленный на практику подход, изложенный в книге «Приоритетные направления науки и технологии. Выбор и реализация» [5], механизмы выбора и реализации приоритетных направлений науки и технологий в максимально возможной степени должны основываться как для экономики в целом, так и для отдельных регионов и предприятий, на методической и правовой базе, относящейся прямо или опосредованно к проблеме выбора приоритетов (постановлениях Правительства Российской Федерации и др.). Выработываемые таким образом решения должны стать фундаментом для практических действий, как при разработке методологии прогнозирования научно-технического развития, так и при выборе приоритетов.

Нельзя ошибиться в главном — это справедливо не только по отношению к научно-технологическим приоритетам, но и к приоритетам вообще. Практика показывает, что любая государственная политика, особенно в области науки и техники, должна иметь четкие приоритеты, даже если они не вполне удачно выбраны.

И.А. Николаев констатирует, что отечественный опыт фактически не дает ответа на вопрос: что должен представлять собой механизм выбора и реализации приоритетов? Традиционное увязывание подобного механизма только с реализуемыми на федеральном уровне научно-техническими программами в настоящее время представляется недостаточным. И дело здесь не только в том, что доля финансирования таких программ чрезвычайно мала (ничтожная часть даже от расходов на гражданскую науку в федеральном бюджете — по государственным научно-техническим программам), а в том, что в них не задействованы налоговые, амортизационные и иные механизмы стимулирования и реализации приоритетов.

Крайняя недостаточность финансирования науки, ставшая одним из следствий экономического кризиса 90-х годов, наложила определенные ограничения на выбор приоритетов в науке и технологии. Традиции «всеохватности» нашей науки заслуживают не только уважения, но и, на мой взгляд, безусловного их продолжения. Однако, учитывая недостаток средств, финансовые приоритеты необходимо сдвинуть в сторону более эффективных научно-технических решений.

В развитых странах важнейшее место занимает технологическое прогнозирование. Партии, политические деятели в своих предвыборных

лозунгах все чаще провозглашают необходимость «технологического лидерства» и т.п., что предопределило необходимость аналитической оценки имеющегося зарубежного опыта по данной проблеме.

Политика приоритетов в науке и технологии как никогда нужна России, но не только потому, что наука испытывает недостаток средств. Правильное прогнозирование научно-технологического развития необходимо, на мой взгляд, прежде всего для определения наиболее эффективных технических решений практически во всех областях экономики с тем, чтобы осуществить их государственную поддержку за счет прямого финансирования, налоговых и другие льготы. Именно такая политика позволит преодолеть тенденцию к усилению сырьевой направленности российской экономики и станет основой производственной сферы, базирующейся на инновационных, наукоемких и высоких технологиях.

## Термины и определения

Анализ зарубежных исследований по проблеме критических технологий показывает, что устоявшегося, общепринятого понятия «критической технологии» до сих пор не существует. Это неудивительно, так как «критичность» технологии зависит от целого ряда факторов (социальных, военных, экономических, политических, региональных и т.д.) и от того, для чего, в каких целях формируется тот или иной список научно-технологических приоритетов.

Министерство обороны США определяет критическую технологию [5] как технологию (включая технические данные), состоящую из:

- а) набора конструктивных и технологических решений;
- б) оборудования и приборов, ключевых для производства, контроля и испытаний;
- в) продуктов (товаров), способных внести существенный вклад в повышение военного потенциала какой-либо страны или группы стран.

В документе, написанном по заказу Федерального министерства научных исследований и технологии Германии, в качестве критически важных технологий выступают такие, которые имеют универсальные технические характеристики, делающие возможным применение указанных технологий во многих отраслях и определяющие их основополагающий прорывный характер<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Technologie am Beginn des 21. Jahrhunderts. Diskussionspapier, 1993. – P.183–185.



А.И. Ракилов также рассматривает специфику термина «критические технологии» в связи с его объектом [3]. Известно, что данный термин сформировался как сложное системное понятие для обозначения технологических и технических проектов и решений, необходимых для укрепления обороноспособности и совершенствования новейших вооружений, а также производства высококонкурентных продуктов и услуг, имеющих решающее значение для экономики страны. С точки зрения гражданских проблем и развития рыночной экономики к числу критических (имеющих первостепенное значение для развития национальной экономики), по его мнению, следует относить те технические проекты и технологии, создание которых может радикальным образом повлиять на улучшение качества жизни населения, состояние здоровья и решение социальных проблем, в конечном счете содействующих стабилизации внутривнутриполитической ситуации, повышению трудозанятости, уровня и качества образования, а также системы государственного управления и информированности государственных и муниципальных органов, коммерческих и общественных организаций, предприятий и отдельных граждан. Часть таких технологий, разумеется, может развиваться и создаваться за счет коммерческих и других негосударственных структур. Однако имеется обширная сфера гражданских социально-экономических проблем, решение которых не может осуществляться без государственной финансовой, правовой и организационно-управленческой поддержки. К их числу автор относит технологии связи, континентальные и трансконтинентальные транспортные системы (что особенно важно для России, расположенной на двух континентах), энергетические технологии, а также технологии экологического характера и технологии, влияющие на здоровье населения и демографическую динамику, социальные технологии, связанные с управлением мегаполисами, аграрно-промышленным комплексом и т.п. В этих сферах деятельности важную роль играют государственные стандарты, определяющие параметры технологий, имеющих экономическое и социальное значение в общенациональном масштабе, например, технологии скоростного сухопутного транспорта, технологии, необходимые в экстремальных ситуациях, технологии жизнеобеспечения в условиях Севера и т.д. С этой точки зрения сам перечень критических технологий, утвержденный постановлением правительства в 1996 г. (и обновленный в «Основах политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до

2010 г. и дальнейшую перспективу», утвержденных Президентом РФ 30 марта 2002 г.)<sup>1</sup>, недостаточно научно обоснован, так как не включает перспективные технологии. Среди них А.И. Ракитов называет в первую очередь системные технологические проекты по управлению территорией. Данное понятие чрезвычайно важно для России, где климатические и территориальные различия субъектов Федерации столь велики, что разработка региональных технологий управления территориями и их интеграция в сложнейший системный социально-технологический комплекс на федеральном уровне являются абсолютно необходимым условием развития и сохранения целостности нашего общества.

Отсюда автор логически выделяет срез системы понятий, касающийся вопроса о параметрических характеристиках научных и технологических приоритетов (критических технологий). Поскольку специфика современного этапа научно-технологического развития в глобальном масштабе состоит в быстром выдвигании на первый план наукоемких и особенно высоких технологий и продуктов, то одного обозначения направлений исследований или наименования технологий через указание качественных характеристик совершенно недостаточно. Это не позволяет оценивать значение для экономики и социальной сферы, целесообразность внедрения и оправданность государственных затрат на поддержку соответствующих изделий и разработок. То или иное направление научных исследований, технологических разработок и конкретных проектов, ориентированных на создание новых технических изделий, услуг или технологий, может быть включено в список государственных приоритетов лишь при условии, что для каждого проекта или группы проектов в рамках одного направления будут установлены точные (с тем или иным допуском) параметрические характеристики. Они должны свидетельствовать о том, что в результате реализации проектов будут созданы конкурентоспособные изделия или технологии, находящиеся на уровне луч-

---

<sup>1</sup> Хотя в перечне критических технологий, утвержденном в 2002 г., их число уменьшено до 52, в качественном отношении он немногим отличается от списка 1996 г. Обилие критических технологий говорит о намерении вести технологические разработки по «всему фронту» и не выделять из них тех, которые действительно являются важными, решающими, т.е. критическими именно для нашей страны. При этом по многим технологиям, внесенным в новый перечень, у России нет реальной возможности достичь мирового уровня к 2010 г., и вряд ли появятся необходимые для этого финансовые и кадровые возможности. Поэтому замечания, адресованные перечню 1996 г., во многом справедливы и для перечня 2002 г.

ших международных образцов, превосходящие их по ряду параметров и не уступающие по большинству характеристик. К числу таких параметров в «Государственных приоритетах в науке и образовании» [3] отнесены энергоемкость, ресурсоемкость, уровень использования новых материалов, автоматизированности и наукоемкости, добавленная стоимость, трудоемкость, капиталоемкость, ценовая конкурентоспособность, габариты, эргономическая целесообразность, безопасность эксплуатации, надежность, износоустойчивость, способность к быстрой модернизации, производственная реализация на имеющихся или вновь создаваемых мощностях, технико-эстетические характеристики (в большой степени повышающие конкурентоспособность). Набор этих параметров и их метрические оценки должны пересматриваться для конкретного приоритетного направления, включая критические технологии, каждые два года, а для средне- и долгосрочных проектов – не реже, чем в интервале трех-четырёх лет. Из этого следует, что любые формализованные списки приоритетов и критических технологий на уровне направлений, организационных форм и даже крупных проектов не могут приниматься без согласованного состава параметров и соответствующих каждому параметру набора допустимых количественных значений.

Особенно важной представляется финансовая поддержка государственных приоритетов и критических технологий за счет федерального бюджета. Дело в том, что в директивных документах правительственного уровня научно-технологические приоритеты и критические технологии определяются как своего рода кластеры для бюджетного финансирования. Иными словами, речь идет о том, что, например, такие научные приоритеты, как «фундаментальные исследования» или «информационные технологии», охватывающие десятки входящих в них направлений, определяют потенциальные наборы исследовательских и технологических проектов, которые могут претендовать на государственную финансовую поддержку. Однако механизмы выбора потенциальных проектов, относящихся к тому или иному направлению, и оценки уровня их готовности к реализации нигде не прописаны достаточно ясно и определенно.

Дело осложняется еще и тем, что, как указывалось выше, сами эти параметры не сформулированы и не оценены количественно. Поэтому крайне важно понять, считает А.И. Ракитов, что набор основных приоритетных направлений науки и технологии и входящих в их состав поднаправлений (подприоритетов) должен быть предельно минимизирован, а получают финансовую поддержку только конкретные проекты с

конкретными исполнителями, целиком и полностью ориентированные на конкретный конечный результат.

Это, естественно, не означает, справедливо считает автор [3], что направления, рассчитанные и могущие существовать лишь как процесс исследования, не получают финансовую поддержку государства. Просто, если они представляют большой научный интерес, то должны субсидироваться не путем концентрированных бюджетных впрыскиваний, предполагающих быстрые научные результаты, а в порядке стабильного финансирования, цель которого — принципиальное сохранение научно-интеллектуального и технологического потенциала страны, что, впрочем, не отменяет экспертизы целесообразности подобных исследований с точки зрения их места на международном фронте науки по данному направлению. Здесь могут быть применены различные методики оценивания, включая новизну, качество и количество публикаций, анализ индексов цитирования и т.п.

Однако главное условие форсированной и концентрированной бюджетной поддержки государственных научных и технологических приоритетов состоит, по мнению автора [3], в том, что она должна оказываться конкретным проектам в рамках выделенных правительством приоритетных направлений, утверждаемых на пять-шесть лет и корректируемых, как уже говорилось, в большинстве случаев с интервалом в два года, а для значительных общенациональных средне- и долгосрочных проектов — три-четыре года.

При этом условии выбор и оценка проектов должны происходить по нескольким направлениям с учетом того, что финансирование может осуществляться:

- 1) исключительно на федеральном уровне за счет средств федерального бюджета;
- 2) на уровне субъектов Федерации с привлечением средств федерального бюджета (от 20 до 50%);
- 3) на уровне национальных и транснациональных корпораций с поддержкой из федерального и регионального бюджетов, но при обязательном участии корпоративного капитала в объеме от 30 до 60% стоимости проекта (при условии, что он осуществляется в интересах России);
- 4) на уровне малых и средних научных и производственных организаций, предприятий любых форм собственности при условии, что эти предприятия участвуют в финансировании предлагаемых проектов в объеме от 20 до 60%;

5) за счет федерального бюджета, ведомств и подчиненных им предприятий и организаций, использующих свои финансовые средства, полученные от коммерческой (хозрасчетной) деятельности, для приоритетных проектов, в которых пересекаются интересы федерального правительства в целом и отдельных ведомств.

В этой связи представляет интерес статья, опубликованная академиком Л.Леонтьевым и профессором А.Кулагиным [4]. Авторы предлагают двухэтапную систему выработки государственных приоритетов. На первом этапе государство декларирует три группы приоритетов.

*Первая группа* определяется необходимостью сохранения государственного суверенитета, обеспечения безопасности государства и его международного авторитета. Сюда авторы относят фундаментальные исследования, оборонные разработки, работы в области охраны окружающей среды, содержание и развитие государственных эталонов. Эту группу приоритетов называют *критическими* в том смысле, что, если их не осуществлять, под вопрос ставится само существование России.

*Вторая группа* приоритетов определяется стремлением государства выйти на мировой рынок технологий, которое зависит не только от уровня разработок и развития промышленности, но и от политической воли, поскольку на начальном этапе требуется значительная концентрация бюджетных ресурсов на относительно небольшом числе инноваций за счет сокращения финансирования по другим направлениям. Сюда же входят исследования, обеспечивающие экономическую независимость России по импортозамещающим технологиям. Эту группу приоритетов авторы называют *прорывными технологиями*.

*Третья группа* предполагает поддержку тех отечественных производителей, товары которых сегодня неконкурентоспособны на мировом рынке, но с учетом покупательной способности населения вполне успешно реализуются на отечественном рынке. Поэтому главной задачей здесь является постепенное подтягивание качества отечественных товаров к мировому уровню. Вместе с тем, совершенствуя отечественный товар, мы не только решаем задачу подъема экономики, но и обеспечиваем занятость населения, повышаем его покупательную способность и качество жизни. Поэтому основным критерием, влияющим на решение вопроса о государственной поддержке, является увеличение числа технологически передовых предприятий, обеспечивающих создание новых рабочих мест. Эту группу приоритетов Л. Леонтьев и А. Кулагин называют *социально ориентированными приоритетами*.

На втором этапе представители науки, промышленности, бизнеса, банков, федеральные и региональные органы власти совместно определяют перечни основных технологий, подпадающих под тот или иной приоритет [4].

Этот вариант мне представляется более предпочтительным с условием, что между названными группами может существовать некая конкуренция за право приоритетного финансирования и другие формы поддержки. Например, возможен вариант установления максимального стимулирования, в частности, размера налогового кредита лишь при совпадении всех трех характеристик (критической, прорывной и социально ориентированной категорий) или их комбинаций. Кроме того, целесообразно стимулировать не столько процесс разработки, сколько ее результат.

## Прогнозирование использования изобретений

Прогнозирование использования изобретений является в настоящее время одним из важных этапов процесса прогнозирования научно-технического развития. В связи с усложнением создаваемых технических решений растет избыточность процесса разработки, что должно компенсироваться принятием научно обоснованных решений, уменьшающих количество анализируемых альтернативных вариантов с точки зрения повышения готовности прогнозируемого технического решения к промышленному производству. Рентабельность научно-исследовательской работы будет обеспечена только при достаточно массовом промышленном производстве.

Прогнозирование использования изобретений необходимо для сокращения времени между созданием технических решений и их широким использованием. Выявление причин, сдерживающих реализацию важных для экономики изобретений, играет главную роль в ускорении темпов научно-технологического прогресса.

Для комплексного изучения инновационной деятельности с точки зрения ее экономического эффекта необходим инструмент сопоставительного анализа показателей одних и тех же изобретений. Отдельные решения этой задачи рассматриваются в работах «Программноцелевой подход при разработке технических решений» [1] и «Методы прогнозирования технических решений с использованием патентной информации» [2].

Заявки на изобретения обладают различной степенью «информативности», особенно относительно величины прогнозируемого положительного эффекта. Анализ позволяет оценить общую картину распределения сопоставимых величин и выделить три группы изобретений (для одной тематики):

- изобретения, предполагающие большой экономический эффект;
- изобретения, предполагающие небольшой экономический эффект;
- неиспользованные изобретения.

Сравнение полученных данных показывает соотношение сроков внедрения различных изобретений, позволяет выработать научно обоснованную стратегию использования важных изобретений в отношении времени их промышленного освоения и прогнозировать процесс их технологической адаптации.

Сопоставительный анализ этих трех групп изобретений позволяет выявить отличия как в сущности изобретений, так и в «информативности» описаний к патентам. Одной из его задач может быть нахождение таких формализуемых отличий в описаниях, которые могут быть использованы в дальнейшей работе в качестве критериев к оформлению материалов заявок на изобретения по данной тематике и/или данному виду объекта изобретений. Год анализа выбирается со сдвигом на три-пять лет назад. Это связано с тем, что необходимо оценить не только выдачу патентов, но и последующее использование изобретений, которое иногда осуществляется спустя длительное время.

Представляет определенный интерес и последующий анализ с точки зрения прогнозирования для изобретений, опубликованных в разные годы. Он позволяет оценить тенденции в использовании изобретений по годам (по одной из тематик) и совокупность данных за один год, но для разных тематик, а также сопоставить показатели изобретательской деятельности организаций по различным проблемам.

Использование рассмотренных видов анализа позволяет систематически соотнести три показателя изобретательской деятельности организации: «информативность» заявок на изобретения, процент использования изобретений и экономический эффект. При этом анализируются показатели, относящиеся к одним и тем же изобретениям. «Информативность» заявок оценивается по сроку их рассмотрения — от подачи заявки до публикации формулы изобретения.

Можно получить данные не только об экономическом эффекте от использования изобретений, но и об их экономической эффективности.

Последняя может быть выражена как отношение прибыли от использования изобретения к суммарным затратам на разработку, изготовление и эксплуатацию изобретения (или технического решения с использованием изобретения).

Такой подход позволяет найти тот срок, после которого изобретения морально устаревают или становятся нерентабельными. Анализ приводит к новым научным результатам. Например, было рассмотрено использование изобретений по новым материалам. Для одного из видов нового материала запаздывание по времени промышленного освоения составило два месяца (после публикации формулы изобретения), а для другого — два года.

Для анализа сроков внедрения изобретений и их зависимости от даты публикации соответствующей формулы изобретения можно построить фактографический график в координатах «интервал времени между датой использования изобретения и датой публикации формулы изобретения». Данный график дает возможность оценить сроки использования всей совокупности изобретений по определенной тематике после публикации формулы изобретения. Можно сопоставить сроки использования изобретений, относящихся к различным видам объектов защиты, способам, устройствам, веществам и пр., выявить долю изобретений, которые были использованы с минимальным временем от даты публикации формулы изобретения.

Для некоторых задач анализа процесса использования изобретений может представлять интерес график в координатах «интервал времени между датой использования изобретения и датой подачи соответствующей заявки». На этом графике также можно отмечать различные виды изобретений, характеризуемые следующей технометрической информацией:

- объект изобретений;
- этап работы, на котором подана заявка на изобретение (прогнозирование, НИР, ОКР, ПКР и т.д.);
- организация, подавшая заявку на изобретение (НИИ, КБ, завод, учебное заведение и т.п.).

Анализ такого графика позволит получить визуальную картину зависимости сроков и экономического эффекта использования изобретения от этапа, на котором оно разработано. При построении графика можно использовать вместо даты подачи заявки дату начала разработки технического решения с использованием изобретения.



При решении проблемы экономии сырья и материалов должны учитываться следующие основные соображения:

1) изобретения должны снимать «напряженность» баланса в отношении дорогих сырья и материалов;

2) предпочтительной является технология, при которой в максимальной степени утилизируются отходы;

3) предпочтительной является «экологически чистая технология».

Информация о состоянии окружающей среды (запасы сырья и материалов, состояние воды и воздуха, уровень их загрязнения, количество и качество полезных ископаемых) является «входной» для модели экономического развития. Эти данные учитываются при последующей оптимизации модели.

В том случае, если необходимо прогнозировать при разработке баланса «производство-потребление» изобретения, следует дополнить матрицу следующими данными. Вместе с наименованиями компонентов и продукции можно указать рубрики Международной патентной квалификации (МПК). Введение системы индексирования позволяет в каждом конкретном случае найти совокупность рубрик МПК, к которым могут относиться изобретения по соответствующей тематике. Такое индексирование информации позволит осуществить переход от продукции к компонентам продукции, индексированным по МПК.

Изменение баланса «производство-потребление» может быть осуществлено в результате того, что разработаны новые, более эффективные способы или устройство, например, для реализации технологического процесса. В результате использования изобретений становится возможным получение той же продукции при меньших расходах одного или нескольких компонентов.

В качестве условного примера можно рассмотреть следующую матрицу. По вертикальной оси указываются исходные компоненты для получения продукции с соответствующими рубриками МПК, по горизонтальной оси – виды различной продукции также с указанием рубрик МПК. В клетках такой матрицы приводятся библиографические данные последних эффективных отечественных и зарубежных изобретений. Вместе с библиографическими данными каждого изобретения указывается числовое значение диапазона использования соответствующего компонента сырья. Приводятся цель изобретения и числовая величина положительного, в том числе экономического эффекта по сравнению с заменяемым объектом.

По вертикальной оси матрицы указываются три вида веществ:

- используемые в качестве компонентов будущего продукта;
- используемые для проведения технологического процесса (например, катализаторы, растворители и т.п.);
- вспомогательные.

Отмечаются вещества, подлежащие регенерации или утилизации, токсичные вещества. Совокупность информации об изобретениях, сосредоточенная в клетках матрицы, позволяет выявить те изобретения, которые изменяют в необходимую сторону баланс «производство-потребление».

Немаловажным фактором является степень промышленной готовности этих изобретений к массовому использованию. Для конкретных изобретений можно отмечать наличие производственной базы для создания компонентов изделия.

В матрице отмечаются строки, столбцы и отдельные клетки, фиксирующие напряженность в планировании и технико-экономические параметры, по которым возникла эта напряженность. Очевидно, что в первую очередь анализу подлежат изобретения, снижающие напряженность планирования и управления именно по этим параметрам.

При рассмотренной выше систематизации информации одной такой матрицы типа «исходное сырье-конечная продукция» может оказаться недостаточно для учета технологических особенностей производства. Следует учитывать, что качество выпускаемой продукции в значительной степени зависит от совершенства технологии. Поэтому необходим единый системный подход, в рамках которого одновременно рассматриваются новизна и качество изделия, технология, сырье, квалификация изобретателей, влияющие на конкурентоспособность конечного продукта.

Для этого выполняются не одна, а две матрицы, развернутые по следующим осям:

- 1) исходное сырье и материалы – виды технологических процессов их использования;
- 2) виды технологических процессов – виды конечной продукции.

Матрицы совмещаются между собой. По вертикальной оси матрицы можно указать, например, все виды процессов переработки нефти, а по горизонтальной – все виды продуктов, получаемых из нефти. В клетках матрицы приводятся библиографические данные соответствующих изобретений, цель изобретения и величина положительного, в том числе экономического эффекта.

Использование такого рода матриц позволяет систематизировать изобретения по всей проблеме. По графу матриц можно оперативно выявить изобретения, в которых рассматривается улучшение определенного технологического процесса, используемого для получения заданного продукта. При этом выделяются изобретения, разработанные для достижения заданной цели, например, экономии сырья или материалов. Такая компоновка графа матриц позволяет прогнозировать взаимосвязь творческих достижений в области технологии и зависимости «наука-техника-технология-производство».

Известно, что изобретения влияют на эффективность мероприятий по внедрению прогрессивной технологии. Предложенный граф матриц позволяет рассмотреть взаимосвязь изобретений с ресурсами, технологиями и другими факторами, от которых зависит создание новых конкурентоспособных изделий, обеспечивающих высокую экономическую эффективность.

Систематизированная таким образом информация будет представлять собой базу знаний как для использования в индивидуальных работах, так и при применении экспертных систем на основе ЭВМ. В матрицу могут быть заложены данные по капиталовложениям в соответствующую область науки и техники. В этом случае можно будет прогнозировать величину фондоотдачи с учетом данных по изобретениям и новой технике. Представляет определенный интерес сопоставление таких матриц, построенных для РФ, США, Японии и других ведущих стран [1].

### Предлагаемый подход

Поставленная в данном исследовании задача состоит из двух частей. Первая заключается в выборе оптимального подхода к отбору перспективных изобретений, вторая – в разработке механизма поощрения, стимулирования специалистов, занятых этим отбором.

Представляется целесообразным трансформировать предложения академика Л.Леонтьева и профессора А.Кулагина о стимулировании участников инновационного процесса [4], применив их не столько к инновационному процессу, сколько к его результату. При этом могут последовательно выделяться НИОКР, результаты которых нацелены на использование объектов промышленной собственности, созданных в сфере разработок, являющихся критическими, прорывными и социально ориентированными. Приоритетами могут признаваться в первую очередь

объекты, одновременно относящиеся к одной или нескольким категориям.

Представляется, что выбор приоритетных направлений в развитии науки и техники должен осуществляться на основе сопоставления потребностей общества, народного хозяйства и потенциальных возможностей того или иного технического решения. В значительной мере такой подход условен, поскольку прогнозировать потребности и возможности их удовлетворения — дело весьма трудное. Скорее речь может идти о сопоставлении различных технических решений, предназначенных для удовлетворения потребностей.

Изобретение представляет собой потенциальную возможность удовлетворения определенной общественной потребности. Количественное выражение этой потребности позволит определить, насколько и с какими затратами то или иное устройство, способ, вещество, в основе которых лежит изобретение, способно удовлетворить соответствующую общественную потребность.

В настоящее время информации о будущих и нынешних потребностях общества в том или ином техническом решении, сконцентрированной в доступном источнике, нет. Представляется, что роль такой информации способны выполнять данные об изобретательской и инновационной активности в различных областях техники.

Действительно, заявленные в настоящее время технические решения реализуются в будущем, через некоторый промежуток времени. И там, где сейчас возникает «пик» изобретательской активности, спустя определенный интервал времени начинает реализовываться соответствующее ему новое научно-техническое направление.

Так же, как изобретательская активность отражает будущие потребности в том или ином научно-техническом направлении, активность в использовании того или иного традиционного технического решения (условно — инновационная активность) отражает сегодняшние потребности общества. Принято считать, что доля используемых в хозяйственном обороте изобретений, полезных моделей, промышленных образцов всегда незначительна (по некоторым сведениям, она составляет 5-20% от их общего числа), и поэтому самостоятельного значения в использовании патентной информации при прогнозировании научно-технического развития этот показатель не имеет. Он служит как бы «довеском» к данным об изобретательской активности. Между тем именно инновационная активность отражает действующие в настоящий момент общественные технические и технологические потребности.

Несомненно, что патентная статистика должна учитываться теми, кто принимает решения о развитии (например, с помощью инвестиций) тех или иных направлений науки и техники. Однако ее использование видится несколько в ином ракурсе, нежели прямое прогнозирование приоритетов. Коротко его можно охарактеризовать как анализ уже сложившейся ситуации с созданием и использованием изобретений на фоне информации о сопутствующих факторах (затраты на разработку и освоение новшеств, мотивация участников процесса и др.). Подтверждение целесообразности и практической осуществимости такого подхода можно найти в публикациях Национального совета по науке США, где содержится анализ уровней патентования по различным направлениям науки и техники за несколько лет, результаты продажи патентов, лицензий и технологической документации, платежи американских фирм зарубежным партнерам и др.

Сказанное выше позволяет предложить следующий способ отбора изобретений на раннем этапе жизненного цикла для их экономической реализации.

Вначале следует выявить рубрики (желательно на уровне подгрупп) МПК с наибольшей изобретательской активностью, затем — определить наступающий момент для замены традиционного научно-технического направления новым альтернативным. Это можно сделать путем сравнения характеристик инновационной активности в традиционном научно-техническом и альтернативном направлениях. Такой подход позволит определить условия объема необходимой государственной поддержки соответствующего направления хозяйственности деятельности, использующей новый изобретательский потенциал.

Следующая задача — отыскать в этих направлениях наиболее эффективные изобретения, обеспечивающие при наименьших затратах наивысший результат. Это может быть выполнено на основе как экспертных оценок, так и данных, содержащихся в отчетах о патентных исследованиях.

Думается, что суть этой работы не в ранжировании каждого технического решения и выдаче некоего «ярлыка» с указанием его значимости, а в разработке механизма предварительного отбора наиболее приемлемых вариантов для последующего квалифицированного анализа с целью установления необходимых приоритетов в планировании, финансировании и т.п. При этом эксперты должны руководствоваться не только оптимумом соотношения затрат и достигаемого результата, но и актуальностью, уровнем технического решения.

Например, в разделе «Производственные технологии» (п.33) Федеральной целевой научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002–2006 гг. предложена конкурсная тема «Разработка новых технологических подходов переработки газового сырья (природного газа, попутных нефтяных газов, отходящих газов НПЗ) в компоненты топлив и ценные химические продукты с разработкой основ технологии переработки не утилизируемого газового сырья».

Тема сформулирована достаточно широко, в связи с чем следует ожидать большого числа аналогичных задач. Остановимся на одной из них. Известно, что районы Крайнего Севера хронически испытывают дефицит в автомобильном бензине, низкозастывающем арктическом дизельном и котельном топливе. Решения задачи создания топлива с улучшенными низкотемпературными характеристиками можно найти в изобретениях, отнесенных к классу C10L МПК – «Виды топлива; природный газ; синтетический природный газ; сжиженный нефтяной газ; добавки к топливам или в топки для уменьшения дыма или нежелательных осадков и т.д.».

Анализ патентуемых изобретений за последние десять лет в группах и подгруппах указанного класса показал наибольшую активность в группе C10L 1/18 «Жидкое углеродсодержащее топливо, содержащее присадки, содержащие кислород». Так, в группе C10L 1/18 зарегистрировано 123 патента РФ (для сравнения, в группе C10L 1/04 – 48 патентов, в группе C10L 1/08 – 7 патентов). Кроме того, следует отметить, что количество изобретений, а следовательно, изобретательская активность в группе C10L 1/18 продолжает расти.

Учитывая важность решения топливной задачи на Севере, нами для иллюстрации имеющихся возможностей были выбраны четыре изобретения:

– патент РФ № 2057787 «Композиция углеводородного топлива», в котором решается задача расширения сортов зимних и арктических дизельных топлив;

– патент РФ № 2057788 «Многофункциональная присадка к дизельному топливу». Дизельное топливо с предлагаемой присадкой обеспечивает при отрицательных температурах пуск дизеля на 12-15°С ниже, чем без присадки, улучшение низкотемпературной работоспособности систем питания двигателей наземной техники (до полной остановки) на 20-25°С;

– патент РФ № 2057789 «Многофункциональная присадка к бензину». Предлагаемая присадка к бензину обладает высокой физической стабильностью при низких температурах. Кроме того, наблюдается улучшение экологических, антиизносных и других характеристик бензинов нефтяного и газоконденсатного происхождения;

– патент РФ № 2057790 «Многофункциональная присадка к дизельному топливу». В изобретении решаются задачи снижения эксплуатационного расхода топлива, улучшения его экологических и низкотемпературных свойств.

Естественно, что патентные исследования чрезвычайно трудоемки и требуют обширных знаний и опыта. Поэтому специалистов, способных их проводить, следует «выращивать» и стимулировать. Однако сам механизм должен быть прямо связан с результатом введения в хозяйственный оборот отобранных перспективных изобретений и не увеличивать затраты Федерального института промышленной собственности. Концептуально возможное решение этих проблем представляется следующим. Стимулирование специалистов, занятых отбором перспективных изобретений, может быть поощрительным и основным. Поощрительное образуется за счет перераспределения премиального фонда экспертного отдела с учетом вклада каждого эксперта в пополнение базы «Перспективные изобретения». Основное стимулирование осуществляется после реализации отобранного специалистами перспективного изобретения.

Таким образом, предлагаемый подход к использованию патентной информации при определении приоритетов научно-технологического развития представляет собой комплексную систему и складывается из следующих составляющих:

- 1) выявление «пиковых» рубрик изобретательской активности;
- 2) определение момента для замены традиционного научно-технического направления новым;
- 3) экспертный анализ конкретных технических решений в рубриках МПК с наибольшей изобретательской активностью;
- 4) оценка внедряемых изобретений с точки зрения их рентабельности и оптимальности затрат на осуществление полного производственного цикла;
- 5) поощрение, стимулирование специалистов, занятых отбором перспективных изобретений.

## Список литературы

1. Александров Л.В., Блинные В.И. Карпова Н.Н. Программно-целевой подход при разработке технических решений. – М.: ВНИИПИ, 1989.
2. Александров Л.В., Карпова Н.Н. Методы прогнозирования технических решений с использованием патентной информации. – М.: ВНИИПИ, 1991.
3. Государственные приоритеты в науке и образовании / Ракитов А.И., Авдулов А.Н., Иванова Н.И. и др.; Отв. ред. Ракитов А.И.; РАН. ИНИОН. Центр науч.-информ. исслед. по науке, образованию и технологиям; Центр информатизации, социал., технол. исслед. и науковед. анализа. – М., 2001. – 234 с.
4. Кулагин А., Леонтьев Л. Чтобы льгота работала // Поиск. – М., 2002. – 8 февр. – С.12.
5. Николаев И. Приоритетные направления науки и технологии: Выбор и реализация. – М.: Машиностроение, 1995.



**С.В.Егоров**

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ: ВОПРОСЫ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

### **Введение**

Настоящая работа посвящена науковедческому анализу непрекращающихся поисков оптимальных для российских условий образовательных форм. Важное место среди них призвана занять система Федеральных исследовательских университетов (ФИУ), созданию которых должны содействовать как Правительство РФ, так и Министерство образования РФ. Ведомственные противоречия, и в значительной степени оппозиция Российской академии наук, привели к тому, что само название «исследовательский университет» сегодня применяется все реже и реже. Его обычно подменяют названием «университетский комплекс» или «ведущие университеты». Однако такая подмена, по оценке экспертов, не вполне адекватна. В частности, понятие «университетский комплекс» в том виде, в каком оно употребляется в соответствующем постановлении Правительства РФ, подразумевает в первую очередь упорядочение имущественных отношений в крупном образовательном учреждении. Характерные же для ФИУ целевые установки в новом понятии отсутствуют.

Более того, Академия наук, отрицая идею ФИУ, приступила к созданию на голом месте своей системы подготовки кадров. Так, в сентябре 2002 г. на заседании Президиума РАН вновь обсуждался вопрос о создании Академического физико-технологического университета при Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе. Предложение органи-

зывать такое необычное образовательное учреждение принадлежит директору Петербургского физико-технического института академику Ж.И. Алферову. Согласно представленному им проекту, в Академическом университете должны быть только магистратура, аспирантура и докторантура, чтобы готовить специалистов для «прорывных направлений» [8]<sup>1</sup>. А это свидетельствует о том, что сама идея исследовательского университета оказалась достаточно живуча, тогда как «концептуальные» споры по поводу нее фактически переродились в полемику о том, какое ведомство сможет лучше возглавить это подсказанное и востребованное жизнью направление.

Хорошие замыслы создания новых образовательных форм порой погибают из-за несовершенства и негибкости законодательства. В частности, тщательно проработанная идея объединения в рамках исследовательского университета – Московский энергетический институт и НИИ Всероссийского электротехнического института – так и осталась на бумаге. Однако с академическим университетом ситуация иная. Газета «Поиск» пишет: «...юридические сложности не пугают Нобелевского лауреата. ...чтобы устранить препятствия на своем пути, Ж. Алферов как депутат Госдумы уже подготовил поправку к Закону о науке и государственной научно-технической политике» [8].

Отказываться от понятия «исследовательский университет» неразумно. Оно соответствует международным классификационным нормам в качестве основы образовательной инфраструктуры, призванной решать задачи профессиональной ориентации и подготовки элитных научных кадров.

Формулируя задачу кадровой модернизации научно-технической и образовательной сферы, следует учитывать два важных обстоятельства: с одной стороны, сохраняется парадоксальная ситуация, когда даже в условиях острой депопуляции рассматриваемой сферы многие выпускники вузов не находят себе применение по специальности<sup>2</sup>, с другой –

---

<sup>1</sup> Стоит попутно отметить, что нечто подобное можно наблюдать в известном Пушкинском государственном университете (ПушГУ), созданном в подмосковном академгородке Пушкино на базе нескольких академических НИИ биологического профиля. С момента своего возникновения ПушГУ имел только магистрантов, аспирантов и докторантов.

<sup>2</sup> По данным «Science and engineering indicators» в США в 90-е годы лишь треть выпускников университетов и колледжей, имеющих степень бакалавра, получали работу по специальности (среди выпускников со степенью магистра – примерно 50%). И только специалисты со степенью доктора получали работу по специальности в 90 случаях из 100. Но это свидетельствует лишь о том, что подготовка исследовательских кадров, требующая

успех подготовки высокопрофессиональных и хорошо мотивированных молодых исследователей зависит от социального и морально-психологического состояния работников научно-исследовательских подразделений вузов. Однако, и это общеизвестно, в связи с хроническим недофинансированием сферы науки и образования положение в этой области далеко от благополучного. Рассматриваемые сложности возникли не на пустом месте.

В первые годы реформ профессиональная ориентация представлялась малозначимой проблемой. Априори считалось, что рынок является мощным организующим фактором, который сам в состоянии расставить все по соответствующим местам. Действительность развеяла эти иллюзии. Серьезные статистические и социологические исследования, проведенные в 1998 г., обнаружили безрадостное состояние дел. По данным ЦИСН [1], удельный вес трудоустроившихся по специальности выпускников вузов оказался крайне невелик (табл. 1).

Таблица 1

	по специальности: (данные 1997 г.)
Сельскохозяйственные науки	59,1%
Гуманитарные и социально-экономические науки	24,1%
Естественные науки и математика	22,0%
Образование	21,3%
Технические науки	9,5%

К сожалению, приведенные данные не дают возможности оценить степень влияния отдельных факторов на низкие показатели трудоустройства выпускников по специальности и, в частности, планирования вузами выпуска специалистов, перестройки экономики и кардинальной смены социально-престижных и материальных приоритетов выпускников вузов.

Статистические данные показывают, что на фоне внешней активизации деятельности высшей школы и увеличения ежегодного притока в эконо-

---

максимальных затрат на каждого специалиста и осуществляемая, как правило, исследовательскими университетами, адекватна спросу на научные кадры. Вузовские выпускники со степенью бакалавра имеют общее высшее образование, гарантирующее высокую занятость. Но узкая специализация происходит, как правило, в корпоративном, частном или государственном секторах. Исследовательская же работа требует специалистов с докторским уровнем подготовки или «постдоков».

мику молодых специалистов их положение на рынке труда пока является сложным и неоднозначным. После получения диплома трудоустраивается чуть более двух третей выпускников, а заявленный спрос работодателей на молодых специалистов примерно вдвое ниже предложения. Такая ситуация характерна для всех экономических районов.

Это свидетельствует о существенной диспропорции между специализацией выпускников и спросом на соответствующие профессии. Причем российские показатели уступают аналогичным данным стран с развитой рыночной экономикой, где уже существует сформировавшийся рынок труда. Так, в Японии сразу после окончания учебы трудоустраиваются до 92% молодых специалистов, в США после окончания университета получают работу более 84% выпускников естественнонаучного и технического профилей и 38% гуманитариев (через шесть месяцев – соответственно 94 и 78%, а через девять – 96 и 94%) [9].

Сохраняющаяся у нас негативная тенденция должна учитываться при разработке инфраструктуры системы модернизации интеллектуально-кадрового потенциала российской науки и высшего образования.

Социально-психологическая ситуация в российских университетах также вызывает определенную тревогу. Она является предметом постоянного мониторинга Министерства образования РФ. Согласно проводившимся в последние годы социопсихологическим исследованиям [3], было опрошено 1230 научных сотрудников научно-исследовательских подразделений вузов, специализирующихся в двенадцати основных отраслях науки. В ходе опроса выяснялась картина становления профессиональной карьеры ученых. Оказалось, что почти каждый второй опрошенный (55,2%) начинал карьеру в науке после окончания аспирантуры. 11,1% после защиты диплома какое-то время трудились на разных должностях в качестве лаборантов, инженеров, ассистентов и т.д. Четвертая часть (27,2%) пополнила ряды сотрудников вузов, проработав предварительно на производстве и в конструкторских бюро, муниципальных учреждениях, а также политических и общественных организациях. При этом характер предшествующей трудовой деятельности у многих, а иногда у большинства ученых не совпадал с той отраслью знаний, которой им приходилось заниматься в вузе.

Это важный вывод, потому что сегодня на повестку дня поставлена задача насыщения научной сферы имеющими соответствующую мотивацию и профессиональную подготовку молодыми кадрами. В современных условиях интенсивного развития науки и технического прогресса осуществить серьезные научные открытия без должного финансирования

работ и необходимого времени невозможно. Эта особенность также учитывалась при проведении опроса. Он показал, что 55,5% ученых мотивируют занятие наукой собственными научными предпочтениями, 28,2 – обязанностью включиться в плановую научную работу подразделения, 21,5 – интересами, связанными с будущей защитой диссертации, 14,7% – стремлением заработать деньги при выполнении заказной темы.

Вернемся теперь к проблеме исследовательских университетов. В развитых странах на протяжении последних 15–20 лет под влиянием радикальных экономических и социальных изменений, вызванных движением в сторону информационного общества, или общества, основанного на знаниях, произошли серьезные изменения в структуре высшего образования. Наряду с классическими университетами, охватывающими широкий спектр профессий и имеющими такие факультеты, как исторический, филологический, математический, медицинский, физический и т.д., появились специализированные инженерно-технические университеты. Произошла дифференциация по уровням подготовки специалистов – для бизнеса, производственно-инженерной, исследовательской и профессорско-преподавательской деятельности. Университеты, готовящие специалистов для науки и вузов, получили название исследовательских. Они обычно пользуются повышенным вниманием и финансовой поддержкой государства. Примером таких университетов в США могут быть Гарвард, Колумбийский университет в Нью-Йорке, Массачусетский технологический институт, Стэнфордский университет, Калифорнийский университет в Беркли и др. В Англии всемирно известными исследовательскими университетами являются Кембриджский и Оксфордский, во Франции – Сорбонна, а также так называемые национальные высшие школы, например, Ecole de Nomal, высшая школа горных инженеров и т.д. В последнее время к созданию исследовательских университетов приступили в Японии, Китае и ряде других стран. Таким образом, в развитых и быстро развивающихся странах уже сложилась система университетов подобного типа. Их достижения необходимо учитывать при создании аналогичной системы в нашей стране. К сожалению, задача воспроизводства кадрового состава научно-технической сферы сегодня формулируется и регулируется часто нестыкующимися нормативными актами.

Говоря о вузах в современной России, учитывая их вклад в модернизацию и совершенствование научно-кадрового потенциала и, особенно, в подготовку будущих исследователей новых научных проблем и направлений, крайне важно правильно оценить перспективу создания в

общероссийском масштабе системы исследовательских университетов. Их можно называть как-то иначе, например, ведущие вузы, университетские комплексы, академические образовательные научные центры (ОНЦ) и т.д. Главное заключается в том, чтобы достигнуть ясного понимания неизбежной профессиональной и многоуровневой вузовской подготовки специалистов. С одной стороны, вузы, как уже говорилось, должны готовить специалистов для экономики, предпринимательства, с другой — для муниципальной и государственной службы, с третьей — для системы воспроизводства и повышения уровня человеческого капитала, т.е. для педагогической, воспитательной, образовательной деятельности, наконец, с четвертой — для форсированных, быстро меняющихся с точки зрения проблематики, содержания, методологии, экспериментальной и информационной оснащенности научных исследований. Последнее особенно важно, так как общество, основанное на знаниях, нуждается не просто в передаче, хранении, трансформации последних, но в их генерировании. А это, в первую очередь, задача ученых-исследователей.

В развитых странах важность последней из указанных проблем хорошо понимают не только государство, но также частный и корпоративный секторы, различные общественные институты, фонды, ассоциации и т.д. Каждый сколько-нибудь значительный западный фонд выделяет многомиллиардные средства для поддержки университетских исследований. У нас это до сих пор крайне редкое явление. Но даже тогда, когда все же случается, к «счастливчикам», имеющим высокую научную репутацию, энергичным ректорам и предприимчивым научным менеджерам слишком пристально приглядываются различные контролирующие органы. В этом отношении крайне важно изучить опыт ведущих зарубежных исследовательских университетов в сфере подготовки новых элитных исследовательских кадров и организации учебно-исследовательского процесса. При всей важности контроля за расходованием бюджетных и внебюджетных средств этот опыт показывает: решающую роль играет научный менеджмент и качество преподавания, определяемые тем, что каждый профессор и преподаватель одновременно является и ученым-исследователем, передающим студентам свои теоретические знания и экспериментальную исследовательскую методологию. Именно для того, чтобы обеспечить высокий качественный уровень преподавания и одновременно превратить ведущие исследовательские университеты в генераторы знаний, создателей новейших высоких технологий и наукоемких продуктов, используются все средства, которые университеты получают от государства, корпоративного и частного сек-

тора, общественных организаций и от реализации своих научных достижений.

## **Исходные данные. Нормативные акты в области молодежной научной политики Российской Федерации.**

### **Исследовательские университеты в системе высшего образования США: Сравнительный анализ**

К исходным данным относятся две группы реалий. Первая учитывает опыт нормативного регулирования в научно-технической сфере молодежной политики за десять лет российских реформ. Его анализ позволит избежать прежних ошибок при модернизации научно-кадрового потенциала. Поскольку для достижения наших целей мы рассматриваем новые перспективные образовательные формы, то для уяснения их возможностей используются показатели сложившейся и успешно действующей системы исследовательских университетов США. Для того чтобы сделать дальнейший анализ более продуктивным, стоит указать на наиболее важные законодательные нормативные акты, относящиеся к молодежной политике, изданные в первой половине 90-х годов, когда эта политика формировалась. В дальнейшем она несколько модифицировалась, но не подвергалась радикальным изменениям.

Стратегия привлечения молодежи в науку неоднократно провозглашалась в выступлениях высших государственных руководителей. Многие нормативные акты исходят из Основных направлений государственной молодежной политики в Российской Федерации (Ведомости Съезда народных депутатов Российской Федерации и Верховного Совета Российской Федерации, 1993, № 25, ст. 903), Федерального закона «О государственной поддержке молодежных и детских общественных объединений» от 28.07.95. № 98-ФЗ (Собрание законодательства Российской Федерации, 1995, № 27, ст. 2503), Положения о Комитете Российской Федерации по делам молодежи (Собрание законодательства Российской Федерации, 1994, № 27, ст. 2897), а также Федеральной программы «Молодежь России», утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации № 1279 от 25.11.94. (Собрание законодательства Российской Федерации, 1994, № 22, ст. 2459).

Так как исследование молодежной политики, выработывавшейся в годы реформ, выходит за рамки этой статьи, то следует сосредоточиться на стратегии привлечения молодежи к научной и научно-технической деятельности, так как в ближайшем будущем именно молодежь станет главным носителем и движущей силой научно-технологического развития России на пути к обществу, основанному на знаниях.

Эта стратегия получила детальное нормативное оформление в двух группах документов, подготавливавшихся, во-первых, по линии Госкоммолодежи России и его предшественников, и, во-вторых, как структурная часть законодательства по образованию. Группа документов, регулирующих научно-техническую сферу, данную проблему фактически не затрагивает.

В июле 1999 г. в структуре правительства появился Государственный комитет Российской Федерации по молодежной политике, призванный осуществлять функции государственного регулирования и межотраслевого координирования молодежной политики, продолжив тем самым дело Государственного комитета Российской Федерации по делам молодежи. Посмотрим теперь, насколько нормативные акты, инициированные этими органами и принятые правительством, могли содействовать и действительно содействовали привлечению молодежи к активной деятельности в сфере науки и научно-технологического развития. Для начала коснемся одного, но чрезвычайно острого для России вопроса о жилье для молодежи, в том числе студенчества и молодых ученых. Именно отсутствие жилья часто стимулировало отъезд молодых исследователей за границу или уход в другие сферы деятельности.

В ряде документов, выступлениях в СМИ и на различных совещаниях с работниками вузов неоднократно выдвигалась мысль, что достаточно начать предоставлять студентам и, особенно, аспирантам, а также молодым преподавателям дешевое жилье, чтобы отток молодых и особенно талантливых специалистов из страны прекратился, а вузы стали одним из наиболее привлекательных видов деятельности для способных и профессионально подготовленных исследователей и преподавателей. Мысль о том, чтобы молодые специалисты сами могли бы определить, какое именно жилье им необходимо: дешевое или высококачественное, если бы общество обеспечивало их достаточно высокой заработной платой, соответствующей их вкладу в развитие науки и высшего образования, в «руководящие головы» не приходила. Зато принимались различные, но, к сожалению, неэффективные решения.



Так, в Постановлении Правительства РФ от 03.08.96. № 937 «О дополнительных мерах поддержки молодежи в Российской Федерации» содержится указание начиная с 1997 г. предоставлять за счет средств федерального бюджета безвозмездные субсидии молодым малообеспеченным семьям на строительство и приобретение жилья в порядке, установленном Положением о предоставлении гражданам Российской Федерации безвозмездных субсидий на строительство или приобретение жилья. Учитывая, что семьи молодых ученых, как правило, составляют малообеспеченную социальную группу, можно было предположить, что с принятием указанного постановления кадровая ситуация в научной сфере изменится к лучшему. Однако этого не произошло. Поскольку упомянутый документ не единственный в ряду нормативных актов по жилищной составляющей молодежной политики, целесообразно рассмотреть и другие причины неудач, прежде чем предлагать рекомендации по данному вопросу.

Уже в середине 90-х годов государство проявило готовность разработать систему стимулирования различных молодежных и детских организаций и движений, в том числе и с целью выявления способной и хорошо подготовленной молодежи, ориентированной на учебу в вузах и дальнейшую научно-исследовательскую деятельность. Так, во исполнение Федерального закона «О государственной поддержке молодежных и детских общественных объединений» от 28.07.95 № 98-ФЗ Комитет Российской Федерации по делам молодежи своим распоряжением от 26 февраля 1996 г. № 17 утвердил ряд важных Положений:

- о порядке формирования Федерального реестра молодежных и детских объединений, пользующихся государственной поддержкой;
- о порядке выделения субсидий молодежным и детским объединениям;
- о порядке проведения конкурса проектов (программ) молодежных и детских объединений на соискание государственных грантов.

Смысл этих документов заключается в том, чтобы молодежные объединения Федерального реестра получали привилегированную возможность заниматься общественно-полезной деятельностью, в том числе образовательной и научно-технической. В частности, им было предоставлено право получать крупные гранты, установленные Постановлением Правительства Российской Федерации № 1279 от 25.11.94. В числе грантов были: «Константин Циолковский», «Михаил Ломоносов», «Великая княгиня Елизавета Федоровна», «Лев Яшин», «Екатерина Дашкова», «Петр Чайковский», «Владимир Вернадский», «Афанасий

Никитин», «Александр Невский», а также еще один не совсем обычный грант (без названия), который предназначался для поддержки инновационных проектов и программ, рассчитанных на творческий поиск молодых и детских объединений.

Созданная в считанные дни указанная программа с такой же быстротой канула в Лету, как и появилась. Скоропалительная некомпетентная и, в общем, демагогическая попытка стимулировать молодежь, подпитывая ее деятельность по различным бюджетным каналам, потерпела крах. Помимо чисто внешних «стимуляторов», таких, как «дешевое жилье» и малоэффективные гранты, в которых основоположник русского космизма К.Циолковский соседствовал с Великой княгиней Елизаветой Федоровной и футболистом Л.Яшиным, высшие органы власти стремились компенсировать падение престижа науки, вызванное ее хроническим сокращением и недофинансированием, рядом косвенных мер. К их числу можно отнести мероприятия, реализующие права молодежи (в том числе научной) на постоянную занятость. Они предусматривали создание системы профессиональной ориентации и подготовки. Предполагалось использовать экономические стимулы в виде налоговых льгот, повышающих заинтересованность предприятий, учреждений и организаций в предоставлении молодежи бесплатных (льготных) услуг по трудоустройству, а также льгот при производственном обучении и переподготовке молодых работников.

Однако все эти мероприятия не могли достичь ни одной из поставленных перед ними целей. Промышленность и сельское хозяйство, испытывавшие гигантские трудности при переходе к рыночной экономике, не могли гарантировать достаточные заработки молодежи, особенно имевшей высокие профессиональные амбиции. В силу этого большинство предприятий реальной экономики были малопривлекательны для молодых, энергичных, способных специалистов с высшим образованием. Что же касается НИИ, ГИПРов, КБ и т.д., то численность кадрового потенциала науки резко сокращалась. Финансирование упало до предельного критического минимума. Обещанные в Федеральном законе «О науке и технической политике» 4% от расходной части бюджета на поддержку науки не достигнуты до сих пор. Востребованность науки со стороны общества и государства стремительно приближалась к нулю, а частный и корпоративный секторы с первых дней приватизации вплоть до начала нового столетия были втянуты в сферу рыночных отношений, главным образом, на уровне торговли, преимущественно импортной продукцией, и финансовых спекуляций. Все это делало сферу научной дея-

тельности малопривлекательной для молодых, способных и талантливых исследователей, конструкторов, программистов и инженеров, что и обусловило их массовый отток за границу или в корпоративный частный сектор экономики.

В середине 90-х годов благодаря постановлениям правительства были найдены действительно важные стимулы, удерживающие молодежь в научных учреждениях. В основном они сводились к предоставлению брони, освобождающей от службы в армии. Однако известное улучшение формальных кадровых показателей пока еще не сказалось на реальных результатах, получаемых молодыми учеными, зачастую не скрывающих истинных причин своего пребывания в аспирантуре или в научных подразделениях крупных научных учреждений.

Большое количество документов, принятых в 90-е годы, было направлено на государственное регулирование перетекания кадров с целью предотвращения утечки умов.

В традиционном духе выдержана и последняя новация – Совет по грантам Президента Российской Федерации для поддержки молодых российских ученых и ведущих научных школ Российской Федерации. Положение о Совете утверждено Постановлением Правительства РФ от 1 октября 2002 г. № 725. Оно было обусловлено недостаточной эффективностью грантовой системы для молодых ученых, введенной Постановлением от 23 мая 1996 г. № 633, представляя своеобразную попытку косметического ремонта последней. Таким образом, высшие властные структуры России в период с 1992 по 2002 г. издали целый ряд законодательно-нормативных актов, рассчитанных на косвенное регулирование процесса подготовки и эффективного использования молодежи, особенно специалистов, получивших высшее профессиональное образование в сфере научно-технического прогресса, управления реальной экономикой. Однако, как показывает анализ сложившейся ситуации, мероприятия, предусмотренные этими актами, часто оставались недостаточно эффективными. И хотя, как свидетельствует статистика, число желающих получить высшее образование, а также поступить в аспирантуру и докторантуру непрерывно растет, научно-кадровый потенциал российской науки не улучшается, финансирование, эффективность исследований и возрастная структура оставляют желать лучшего.

Однако было бы ошибкой считать, что государственная политика в сфере науки и подготовки научных кадров ограничивалась за последние десятилетия лишь косвенными мероприятиями. В сфере образователь-

ной политики, в том числе в части, касающейся высшего образования, были сделаны некоторые существенные шаги.

По закону Российской Федерации от 10 апреля 2000 г. № 51-ФЗ Федеральная программа развития образования является организационной основой государственной политики Российской Федерации в области образования. Программа определяет стратегию приоритетного развития системы образования и меры по ее реализации. В ней предусмотрено все необходимое для успешной научной карьеры молодого человека: во-первых, развитие комплексной координации научной и научно-технической деятельности высших учебных заведений, а также других образовательных и научных организаций системы образования на основе единства обучения и науки, подготовки научно-педагогических работников высшей квалификации, сохранения соответствующего мировому уровню отечественной системы образования и ее научных достижений; во-вторых, укрепление производственной и издательской базы, совершенствование системы обеспечения образовательных учреждений учебной, научной и методической литературой и учебными пособиями, учебно-научным оборудованием и приборами; в-третьих, государственная поддержка научно-исследовательской работы студентов высших учебных заведений наряду с государственной поддержкой научно-технического творчества учащейся молодежи.

Указанная программа согласуется с ранее принятыми документами, например, с весьма детальным законом «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» от 22 августа 1996 г. № 125-ФЗ, в котором подробно прописаны меры повышения научной подготовки студентов и аспирантов, определены субъекты учебной и научной деятельности в системе высшего и послевузовского профессионального образования, их права и обязанности. Однако реализация мер, предусмотренных как этим, так и аналогичными нормативными актами, не позволяет гармонизировать кадровую ситуацию в науке.

Формально к попыткам совершенствования образовательной политики относится и Постановление Правительства РФ от 17 сентября 2001 г. № 676 «Об университетских комплексах». Однако было бы ошибкой рассматривать эти комплексы в качестве альтернативы исследовательским университетам. Указанное постановление касается скорее имущественных отношений и нацелено на сокращение числа юридических лиц, занимающихся одним и тем же делом. Предусмотренные постановлением меры позволяют упростить поглощение крупным вузом «образовательных учреждений, научных, конструкторских и иных не-

коммерческих организаций». Таким образом, большое количество нормативных документов, реализующих молодежную компоненту научно-образовательной политики, несет следы ведомственной разобщенности, не учитывая при этом комплексный характер проблемы, затрагивающей все общество.

Подобные документы молодежной политики предполагают стимулировать научно-образовательную активность юношей и девушек вне каких-либо институциональных образований, т.е. вне связи образовательной сферы России с реальными потребностями отечественных науки и техники. Они регулируют комплектование штата сотрудников предприятий без учета специфики научных кадров, исходя из предположения, что хорошо подготовленный выпускник автоматически перейдет на пожизненное служение в российскую сферу науки и техники.

В качестве промежуточного итога отметим, что имеющаяся нормативная база привлечения талантливой молодежи в научно-техническую сферу не рассматривает систему исследовательских университетов как инструмент решения поставленной задачи. Законодатель предпочитает акты прямого регулирования, рассчитанные на пожизненное ангажирование недостаточно мотивированной молодежи. Попытки реализации новых образовательных начинаний объективно наталкиваются на неполноту и противоречивость законодательства. Во всем мире, как известно, происходят очень быстрые изменения. В первую очередь они касаются образовательной и научной сфер, особенно в развитых и быстро развивающихся странах. Для обеспечения сферы науки, высоких технологий и высшего образования динамичными квалифицированными кадрами исследователей и профессоров традиционная система высших учебных заведений уже недостаточна. Подобно тому, как для бизнеса нужны вузы со специальным предпринимательским уклоном, так и для подготовки элитных научных кадров нужны исследовательские университеты. Если учесть, что современные застойные тенденции, характерные для глобальной экономики в целом, а не только для США, Японии и ряда стран Европы, могут быть преодолены лишь на основе инновационной экономики, а она в свою очередь невозможна без доминирования в обществе экономики знаний (прежде всего научных), генерируемых исследовательскими университетами, то нетрудно понять, что для России, которой грозит превращение не столько в ресурсный придаток, сколько в ресурсный пустырь, вопрос о создании специализированных исследовательских университетов приобретает первостепенную важность и совсем не сводится, как показал проанализированный выше список норматив-

ных актов, к мероприятиям общего характера. Хотя по качественным и количественным показателям кадрового потенциала, размерам финансирования науки и подготовки задействованных в ней специалистов Россия в сотни раз уступает США, нам следует равняться (по крайней мере, по большинству показателей) именно на североамериканский опыт, так как именно в США в настоящее время переместились мировые центры науки, образования и культуры. Это не следует рассматривать как призыв к «механическим заимствованиям», но скорее как стремление усвоить достижения, которые можно было бы использовать в поисках собственного пути.

Еще недавно главным фактором, воздействующим на систему высшего образования США, являлась демографическая ситуация<sup>1</sup>. Численность населения в возрасте, пригодном для посещения вузов, в 1997 г. оставалась на уровне 1989 г., составляя 17 млн. человек, что было явно недостаточно для удовлетворения потребности страны в специалистах высшей квалификации. В Европе ситуация была еще более сложной. Поэтому развитые страны были вынуждены импортировать студентов из развивающихся стран, в основном, из Китая и Индии.

В настоящее время относительный спад численности лиц студенческого возраста в США сменился слабым ростом (к 2010 г. ожидается, что она достигнет 21,2 млн. человек). Отмеченный рост сопровождается изменением социального состава студенчества в пользу меньшинств, к которым официально относятся женщины, афроамериканцы, испаноамериканцы, индейцы и алеуты.

Система высшего образования США включает около 3400 колледжей и университетов, в которых обучаются 14,5 млн. студентов. Примерно 80% из них посещают государственные и муниципальные вузы. Одновременно многие студенты посещают двухгодичные колледжи и колледжи свободных искусств. Исследовательские университеты охватывают только 19% студентов.

### *Исследовательские университеты в иерархии учебных организаций США*

Понятие «исследовательские университеты» включено во все классификации образовательных учреждений. общепринятой является

---

<sup>1</sup> Если не указано иначе, при подготовке этого раздела использованы статистические данные сборника «Science and Technology Indicators USA 2001» // NSF, Arlington, 2002.

классификация Фонда Карнеги. Согласно ей, исследовательские университеты первой категории (89) обеспечивают полный набор бакалаврских программ, гарантируют «докторский» уровень подготовки, присуждают докторские степени по более, чем 50 дисциплинам, а главное — получают по федеральным каналам 40 млн. долл. для проведения исследований. Исследовательские университеты второй категории (38) отличаются от предыдущих меньшим объемом федеральной поддержки исследований (от 15,5 до 40 млн. долл.).

Вузы с докторантурой первой категории (50), где готовят бакалавров и докторов, присуждают ежегодно не менее 40 докторских степеней, из них, как минимум, по пяти дисциплинам. Вузы с докторантурой второй категории (58), где также готовят бакалавров и докторов, присуждают ежегодно не менее 20 докторских степеней, как минимум, по одной дисциплине или десяти и более докторских степеней по трем дисциплинам. Далее следуют университеты и колледжи с магистратурой первой и второй категории, колледжи «свободных искусств» (бакалавриаты), колледжи с подготовкой на степень «ассошиэйт», колледжи и школы профессиональной подготовки. Классификация Карнеги предназначена, главным образом, для лиц, принимающих решения в сфере образовательной политики.

Существует и другая классификация американских университетов. Она предназначена для обучающихся, узнающих их ежегодные рейтинги. Рассмотрим исследовательские университеты с этой точки зрения.

### *Подготовка научно-исследовательских кадров высшей квалификации в исследовательских университетах*

В США ежегодно проводятся обзоры состояния университетов и составляются списки и таблицы «лучших» из них. При этом нередко университеты, следуя разным критериям, делят по рангам. Многие справочники, публикуя информацию об университете, указывают его ранг, иначе говоря, то место, которое он занимает среди остальных университетов. Наиболее часто используется термин «конкурентно-способный» (competitive). Все университеты распределены по шести группам. Самые сильные входят в группу наиболее конкурентно-способных (most competitive). Ее возглавляет постоянно и бесспорно Гарвардский университет. Выпускников университетов из этой группы задолго до окончания ожидают места в самых престижных фирмах. Показательно, что и клас-

сификация Карнеги, и другие методы ранжирования по качеству образовательных возможностей одинаково группируют университеты-лидеров, исключая таким образом существование исследовательских университетов с посредственной общеобразовательной программой.

Исследовательские университеты США присуждают основную долю ученых степеней в области науки и техники. В 1998 г. 127 исследовательских университетов присудили 42% всех бакалаврских степеней и 52% степеней магистра. Чем выше престижность университета, тем труднее в него поступить, несмотря на то, что стоимость обучения бывает в два-три раза выше средней. Диверсификации вузов отвечает и многообразие присуждаемых степеней.

Ассошиэйт (Associate Degree) – первая ступень высшего образования. При традиционной форме обучения на получение этой степени требуется два года. Ее можно получить как в университете, так и в двухгодичном колледже. После окончания двухгодичного колледжа можно продолжить учебу в другом колледже или в университете. Наиболее распространенные степени – Associate of Arts, Associate of Science (business), Associate of Computer Science, Associate of Applied Science и т.д.

Бакалавр (Bachelor's Degree). Эту степень студенты получают после четырех лет обучения в университете. Существуют сотни специальностей, по которым можно получить эту степень – Bachelor of Science in Business, Bachelor of Science in Computer Technology, Bachelor of Fine Art, Bachelor of Criminal Justice и т.д.

Магистр (Master's Degree) требует от одного до двух лет учебы после получения степени бакалавра. Наименование степеней аналогично степеням бакалавра – Master of Arts, Master of Science, Master of Business Administration (MBA) и многие другие.

Доктор (Doctoral Degree). Обычно докторская степень требует как минимум двух лет учебы после получения мастера с последующим сроком проведения диссертационных исследований. Наиболее распространена степень доктора философии – Ph.D. Она присуждается в десятках отраслей знаний, таких, как химия, физика, математика, бизнес, компьютеры, сельское хозяйство. Этот список охватывает практически все специальности.

С точки зрения присуждения степеней, исследовательские университеты поглощают низшие формы образования. Это очень мудро, так как способствует высокой мобильности кадров. Молодой человек может получать законченное образование, переезжая из университета в университет, чтобы расширить свой кругозор. Надо сказать, что у нас подобная



система также начинает набирать обороты (на уровне совместимости низших степеней). В частности, российский студент, получив степень бакалавра в традиционном вузе, теперь нередко поступает в магистратуру при каком-то академическом институте.

Таким образом, исследовательские университеты венчают сложившуюся диверсифицированную систему учреждений высшего и профессионального образования. Вычленение же исследовательских университетов из неструктурированной массы в соответствии с обсуждающимися планами российских реформ высшей школы порождает у экспертов массу вопросов, поскольку наша структура высшего образования биполярна — есть исследовательские университеты и неисследовательские университеты.

Отметим, что в США при ответе на вопрос, к какой категории относится университет, во главу угла ставится только исследовательская деятельность. Здесь нет нужды в каких-либо специальных актах, которые ориентировали бы американские исследовательские университеты решать кадровые вопросы по привлечению талантливой молодежи в высокотехнологические отрасли США.

### *Показатели исследовательского потенциала и потребностей типового зарубежного университета мирового уровня*

Университетская наука составляет заметную долю всего научного потенциала США. Половина фундаментальных исследований выполняется именно в университетах. Доля университетов по всем НИОКР также неуклонно растет (сравним — 5% в 1953 г. и 11% в 2000 г.). Брутто-расход университетов на проведение НИОКР в 2000 г. составил 30 млрд. долл. Источники государственного финансирования университетской науки имеют выраженную диверсификацию. Например, из общей суммы 15,5 млрд. долл. федеральных поступлений Национальный институт здоровья дает чуть более 9,566 млрд., Национальный научный фонд — 2,325 млрд. долл., Министерство обороны и NASA — чуть менее 1 млрд. каждое, Министерство энергетики — около 700 млн. долл. [10].

В структуре университетских исследований преобладают фундаментальные и прикладные работы (в 2000 г. соотношение НИР и ОКР составило 93:7).

Кадровая ситуация в университетском секторе науки США остается непростой. По сравнению с началом 90-х годов там резко возросло

число вакансий. Например, недавние исследования Американского института физики показали, что в 2000/2001 уч.г. физические факультеты страны объявили о наличии 510 вакансий на постоянные позиции и 180 вакансий (в том числе гостевые) на временные позиции. Общее число вакансий по сравнению с 1991/92 уч. г. (440 вакансий) возросло более чем на 50%<sup>1</sup>.

Для оценки баланса молодых / старых исследователей / преподавателей важно выяснить, не связано ли наличие данных вакансий с уходом физиков старших возрастов. Исследование показало, что эту связь вряд ли стоит учитывать. Дело в том, что физические (и другие) факультеты быстро стареют. Лица старше 60 лет численно доминируют над преподавателями/исследователями моложе 40 лет. Средний показатель пенсионного и возрастного ухода за последние 10 лет вырос всего с 2 до 3,3% (прогнозы дают на следующее десятилетие 5%). Таким образом, речь идет о совершенно новых вакансиях, на которые могут претендовать люди разных возрастов, хотя, конечно, факультеты при прочих равных условиях предпочли бы иметь более молодые кадры.

Что порождает рассматриваемые вакансии? Главных причин две – контракты с растущим частным сектором и возросшая доля междисциплинарных исследований с участием физиков, когда физические факультеты выступают субконтракторами в перспективных направлениях типа биофизики, нанотехнологий, новых вычислительных технологий и т.д.

Университетский сектор находится под постоянным давлением промышленности, и, несмотря на хорошие возможности для карьеры, число резюме, подаваемых на открывающиеся вакансии, постоянно падает. В 1994 г. на одну вакансию в среднем приходилось 500 резюме, а в 2000 г. – лишь 30. Тем не менее работодателям есть из кого выбирать. Культура конкурсного отбора отлажена и работает без сбоев. Поэтому, как отмечается в отчетах, удастся нанять высококлассных специалистов даже в нынешних условиях ограниченного предложения.

Процеируя на отечественную ситуацию, можно сказать, что нам приходится заниматься не столько отбором, сколько заманиванием лиц, заявляющих о своем желании быть учеными. Погнавшись за возрастными

---

<sup>1</sup> Blank, R.K., and D. Langesen. 2002. State Indicators of Science and Mathematics Education. – Wash., DC: Council of Chief State School Officers.

ми характеристиками, мы неизбежно будем нести потери в качестве исследовательских кадров.

Открытие постоянной университетской вакансии — дело весьма дорогое. Решение о ней принимается с учетом предстоящих расходов. Что это означает? Стартовая стоимость для вакансии экспериментатора составляет примерно 800 тыс. долл. Эта сумма включает зарплату за два года, поддержку «постдока» и нескольких студентов-старшекурсников на три года, а также примерно 500 тыс. на оборудование. Так называемая «стартовая» заработная плата на факультетах не претерпела существенных изменений за последние десять лет. К концу первого года она составляет в среднем: у профессоров 114 тыс. долл., у «ассошиэйт»—профессоров — 81,7 тыс., у «ассистант»—профессоров — 61 тыс., у молодых кандидатов наук на постдокских позициях — 36,5 тыс. долл. Эти данные (особенно последнюю цифру) полезно сравнить с аналогичными показателями ученых в промышленных лабораториях<sup>1</sup>.

### *Университеты-лидеры. Важные показатели*

Общую картину дополним анализом индивидуальных показателей успешных университетов. Несмотря на уникальность и неповторимость каждого из лидирующих вузов, по ряду важных параметров вырисовывается определенная общая картина. Это — а) бруттопоказатели численности и финансовых потоков; б) показатели инфраструктуры, в первую очередь параметры кампусов<sup>2</sup>; в) показатели масштабов и эффективности исследовательской деятельности.

С точки зрения первой группы показателей университеты-лидеры обнаруживают большой разброс численности студентов от нескольких тысяч до 40—50 тыс. человек. Однако отношение числа студентов, получающих элитную степень Ph.-D, к общему числу студентов примерно одинаковое (от 1:4 до 1:6). Это значительно превышает средний показатель американской образовательной системы. Примерно одинаково по выборке и отношение числа преподавателей к числу студентов. Оно непривычно велико по нашим меркам и колеблется около 1:6. К сожалению, число «постдоков» не сканируется ежегодными отчетами универси-

---

<sup>1</sup> Bailey, T., and I. Averianova. 1999. «Multiple Missions of Community Colleges.» Community College Research Center Brief, no. 1 (May).

<sup>2</sup> Campus — студенческий городок (кампус) — территория, принадлежащая колледжу или университету, включающая здания, земли, общежития, столовые, кафе, спортивные площадки и др.

тетов (поскольку эта должность не является преподавательской). Поэтому общей статистики не получается. А ведь именно постдоки являются ударной силой университетских исследовательских групп и реальными руководителями докторантов и старшекурсников. И, наоборот, профессора — формальные лидеры — в большей степени заняты преподаванием и поиском новых грантов и постдоков. Во всяком случае оценка числа постдоков к числу обучающихся на степень Ph.-D допустима как 0,7:1.

Финансовые потоки в исследовательском секторе университетов-лидеров начинаются от 200 млн. долл. в год. Считается, что меньшие суммы не дают исследований нобелевского уровня, а ведь миссией исследовательских университетов является получение как раз этих результатов.

В третьей группе показателей — эффективности и результативности научной деятельности — обращает на себя внимание ежегодное число патентов и лицензий (типичные ежегодные данные 2000 г.: от 100 патентов и более, кумулятивное значение «роялти» — 3 млн. долл., объем контрактов с промышленностью — от 20 млн., объем грантов от промышленности — от 10 млн.).

И, наконец, важная группа показателей — инфраструктура университета, обеспечивающая возможность с пользой для науки освоить по 100 и более миллионов долларов в год.

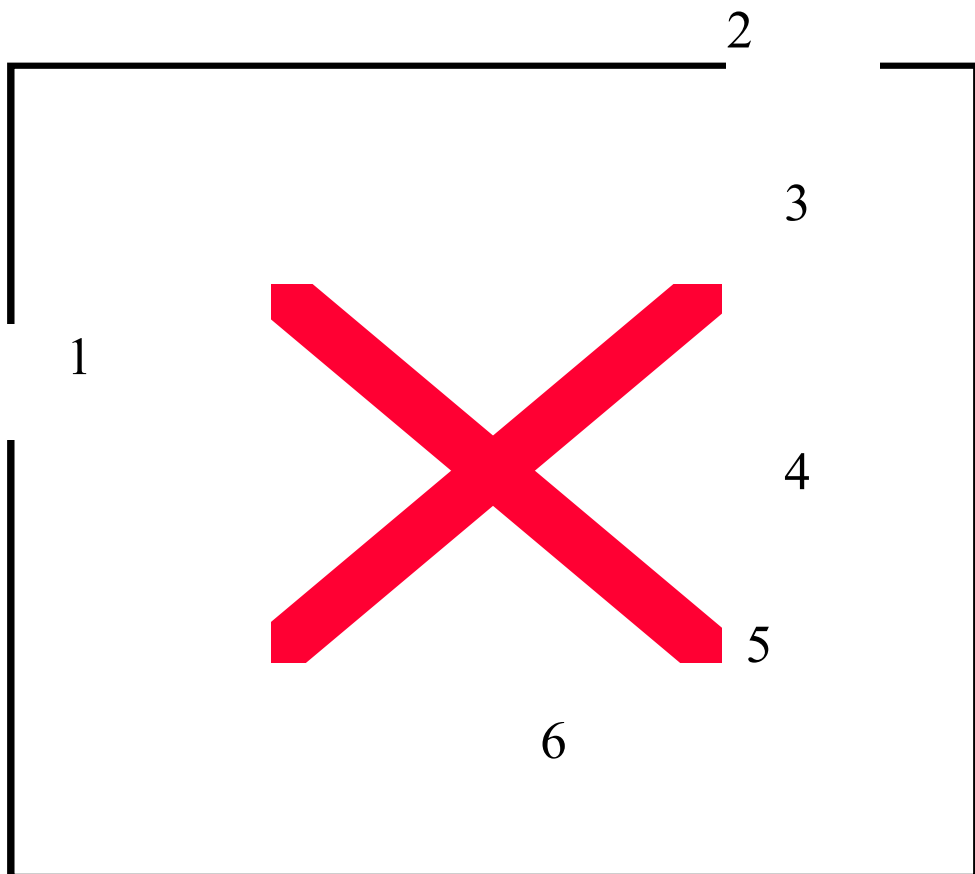
Массированное выделение средств на исследования, соответствующее первой категории исследовательских университетов, производится под развитую инфраструктуру: деньги должны быть эффективно израсходованы. Из ее обобщенных показателей особенно значимыми являются площадь кампуса, общая площадь зданий, количество зданий, а также соотношение площадей, выделяемых под те или иные нужды.

Для вузов-лидеров характерны следующие цифры: площадь кампусов колеблется в пределах 1—3 кв. км (сопоставимая площадь — участок Москвы, ограниченный Садовым и Бульварным кольцами, улицами Тверская и Большая Никитская), количество зданий — от 100 до 300. Здания в основном небольшие, каждое из них, как правило, уступает нашим вузовским. В целом кампус образует подобие маленького города со своими преимуществами и недостатками (например, «кампусная» преступность выделяется в самостоятельную графу университетской отчетности). В кампусах реализован принцип «живем там, где работаем» за счет того, что, в отличие от большинства наших вузов, общежития расположены в непосредственной близости от исследовательских помещений. Кроме того, «вахтовому» режиму научно-образовательной деятель-

ности способствуют прекрасные рекреационные устройства – от простых зеленых лужаек до стадионов и музеев. Доля их стоимости при подсчете стоимости исследовательских работ пользуется не меньшим приоритетом, чем обеспеченность преподавателей отдельными кабинетами.

При всем своеобразии кампусов можно заметить общие рациональные черты. Административные строения занимают малую долю зданий, так как многолетнее развитие кампусов вширь способствовало большой децентрализации деятельности университетов. Доля сооружений, обеспечивающих аудиторные занятия, лишь незначительно превышает долю сооружений, предназначенных для занятия спортом. Каждый кампус содержит именные лаборатории и уникальные научные сооружения. Например, Университет Чикаго гордится ботаническим садом, Принстонский университет – лабораторией физики плазмы и т.д.

Типичное для крупнейших университетов США функциональное распределение помещений дает картину, отличную от нашей. Средние показатели по 14 лидерам приведены на рис. 1. Обращает внимание, что доля лабораторий и учебных аудиторий составляет всего 50% всех площадей. Остальная часть отводится для подразделений, обеспечивающих образовательный процесс (общежития, библиотеки, службы сервиса для студентов и др.). По нашим вузам подобную статистику получить трудно, однако экспертные оценки показывают, что аудитории составляют подавляющую часть всех площадей в ущерб неаудиторным службам. Это связано с размещением вузов в крупных зданиях стандартной планировки, не учитывающей значение таких служб, при завышенных нормах площади, приходящейся в России на одного студента (16 кв. м. у нас против 4 кв. м. – в Германии). Такой перекоп позволяет провести аналогию с армией, наступающей без обозов. Преподавателям негде готовиться к лекциям, студентам негде готовить задания. Библиотеки неудобные. Помещения для исследовательских работ в большинстве случаев – небольшие комнаты при кафедрах. В то же время постоянно увеличивающиеся площади ректоратов, деканатов, бухгалтерских и прочих служб, как правило, намного превосходят американские шесть процентов. Коммерциализация преподавания заставляет увеличивать нагрузку на аудитории, количество студентов превышает разумные пределы – аудитории, лифтовое хозяйство, санузлы быстро разрушаются. Одновременно нарушаются и требования к подготовке лекций, качеству исследовательской работы студентов, дипломам и диссертациям.



1 – помещения образовательно-исследовательского блока (50%); 2 – жилье (13%);  
3 – библиотеки (12%); 4 – прочие помещения (11%); 5 – обслуживание студентов (8%); 6  
– административное ядро (6%).

**Рисунок 1.**  
**Функциональное распределение университетских площадей**  
**(данные по 14 ведущим университетам США)**

Рекреационные мощности «на свежем воздухе» — лужайки, аллеи, спортплощадки, поля для гольфа в это распределение не входят. Однако их наличие учитывается при выделении университетам денег на серьезные проекты — ведь они создают условия для непрерывного цикла «учеба—отдых—исследования».

Приведенные данные носят ориентировочный характер. Они не могут служить директивными указаниями относительно того, каким должен стать российский вуз, совмещающий функции элитного образования и исследовательской деятельности. Однако их необходимо учитывать при подготовке наших рекомендаций.

Университетский сектор науки США переживает нелучшие времена. Давление промышленности и демографическая ситуация заставляют предпринимать неординарные меры для привлечения и удержания студентов-старшекурсников и постдоков. Тем не менее государство продолжает рассматривать университетский сектор как главную научную силу, ставит перед ним актуальные задачи, а его финансирование не носит характер благотворительности.

### Показатели исследовательского потенциала ведущих российских вузов

По аналогии с предыдущим разделом сравним американские и российские показатели в интересующей нас области, рассмотрим статистические данные, характеризующие «экстенсивную» составляющую исследовательского потенциала российских вузов (объемы работ, структура заданий и т.д.), а также оценки инфраструктуры, регулярно производимой Центром социологических исследований Минобразования РФ. Кроме того, обсудим, как работники научно-исследовательских подразделений вузов воспринимают планы реформирования своего сектора науки.

#### *Статистические показатели*

К главнейшим показателям исследовательского потенциала вузовского сектора науки относятся:

— доля расходов на науку в бюджете Минобразования РФ в общем объеме расходов на науку в бюджете Российской Федерации;

- показатели финансирования и выполнения научных исследований и разработок вузами и научными организациями;
- показатели выполнения исследований вузами и научными организациями из средств федерального бюджета, выделенных Минобразованием РФ по отраслям знаний;
- показатели выполнения НИР по научно-техническим и федеральным целевым программам и отдельным проектам;
- показатели выполнения НИР по федеральным целевым программам;
- показатели грантовой активности вузов, в том числе объемы финансирования грантов по профилям вузов и научных организаций.

Применительно к 2001 г. эти показатели сведены в табл. 2–7. При подготовке таблиц были использованы материалы сборника «Научный потенциал вузов и научных организаций Минобразования России. 2001» [7].

Образовательные мощности Минобразования составляют заметную долю всех вузов России. Например, из 4270 тыс. студентов, обучающихся в вузах России в 2000 г., 2628 тыс. человек учились в организациях, подведомственных министерству. Поэтому приведенные в таблицах данные могут служить важным ориентиром для оценки вузовской ситуации в целом.

За последние три года наблюдалась устойчивая тенденция роста расходов федерального бюджета на фундаментальные исследования и содействие научно-техническому прогрессу. За это время они удвоились, на основании чего возросли и расходы, предусмотренные в федеральном бюджете Минобразования. Однако в относительном выражении доля этих расходов несколько упала (табл. 2). Табл. 3. демонстрирует распределение по источникам финансирования научных исследований и разработок вузами и научными организациями. В известном смысле это — аналог рис. 1, иллюстрирующего диверсификацию источников поддержки университетской науки США. В нашей таблице со всей очевидностью видна советская традиция: ведомство по-прежнему является основным кормильцем подопечных организаций, даже если речь идет не об образовательном, а исследовательском компоненте. Министерство образования РФ как бы само себе заказывает на исследования 1,5 млрд. руб. Другие министерства и ведомства, за исключением Минпромнауки, не набирают для финансирования университетского сектора и 1/5 этой суммы.



Еще в начале 90-х годов в различных планах реформирования науки и высшей школы предполагалось, что по примеру США основным заказчиком перспективных исследований будет Минздрав. Пока ничего похожего в реальности не видно. Организации Минобразования активно борются за гранты РФФИ и РГНФ и получают сумму, примерно равную дотациям сторонних министерств, вместе взятых. Это, очевидно, хороший признак, потому что система малых грантов, сложившаяся в последнее время, удачно вписывается именно в задачи вузовской науки.

Табл. 4. показывает приоритеты Министерства образования. Очевидна первоочередная поддержка проектов в области естественных и точных наук. Сравнение с приоритетами советских времен (вузовская наука была тогда нацелена на технические и прикладные проекты) обнаруживает, что за прошедшие десять лет вузовский сектор перегруппировал силы и сегодня определенным образом бросает вызов Академии наук.

В табл. 5 показано участие вузов в исследовательских программах ведомственного и федерального уровня. Участие вузов в федеральных целевых программах остается скромным – всего 19,8% от общего объема финансирования. Сегодня эта доля уже не соответствует возросшей мощи вузовского сектора, а главное – наличию именно в вузовском секторе научной молодежи. Объяснение здесь очевидное: помимо инерции сказывается отсутствие инфраструктуры для освоения средств, о чем говорилось выше. В ее отсутствии любое дополнительное выделение денег ведет к повышению зарплаты и ее теневому перераспределению (пример – печальный итог деятельности Программы поддержки научных школ РФФИ).

Здесь обнаруживается основное противоречие, которое должно быть устранено при создании системы Федеральных исследовательских университетов. Инфраструктура находится в вымирающих организациях академического и отраслевого секторов, а молодые силы – в бедно оборудованных лабораториях при кафедрах вузов.

Табл. 6 иллюстрирует вышеуказанное положение. В частности, очевидно, что из 19,8% общегосударственных программ львиная доля приходится на «придворную» программу РАН и Минобразования «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки». К программам «Дети России», «Жилище», «Мировой океан», «Национальная технологическая база», «Отходы», «Предотвращение опасных изменений климата и их отрицательных последствий», «Прогрессивные технологии картографо-геодезического обеспечения», «Развитие лесопромышленного комплекса», «Развитие льняного ком-

плекса», «Руда», «Развитие электронной техники», «Реструктуризация и конверсия оборонной промышленности», «Сейсмобезопасность Республики Бурятия», «Снижение рисков и смягчение последствий Чрезвычайных ситуаций» и др. вузы практически не допущены. Из программ федерального значения вузы принимают значительное участие только в «Русском языке» и «Развитии толерантного сознания».

Структура грантовой активности вузов (табл. 7) также очень показательна. Финансирование по линии грантовых программ РФФИ почти не уступает зарубежным грантам. С учетом многократного перевеса денежных вложений на один зарубежный грант по сравнению с отечественным, паритет финансирования отечественных и зарубежных фондов свидетельствует о буквально единичных фактах зарубежной поддержки. Следует обратить внимание и на то, что основная доля зарубежного финансирования поступает в университеты «естественнонаучного и гуманитарного профиля».

По-видимому, это как раз и есть те вузы, которые по классификации В.А. Садовниченко относятся к группе так называемых классических университетов, где указанные суммы во многом определяются грантами Фонда Сороса (272 проекта в 2001 г. с общим объемом 86,2 млн. руб.), а также итогами конкурса BRNE. Другие зарубежные фонды поддерживают каждый не более чем несколько десятков проектов.

Помимо зарубежных грантов и контрактов вузы выполняют международные проекты по централизованным проектам Минобразования, но их объемы составляют не более 1/7 от общей суммы грантов и погоды не делают. Таким образом, выявляется еще одно слабое звено вузовской науки — вялость и неэффективность международных связей.

В качестве общего пояснения к таблицам стоит отметить, что в соответствии с инструкцией Госкомстата России, утвержденной Постановлением от 03.08.98 № 80, объем финансирования научных исследований и разработок представляет собой стоимость научно-технических работ без учета научно-технических услуг. Эта стоимость включает фундаментальные и прикладные научные исследования, а также экспериментальные разработки. Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» от 23.08.96 № 127-ФЗ раскрывает содержание понятий фундаментальные, прикладные исследования и экспериментальные разработки.

К фундаментальным исследованиям относится экспериментальная или теоретическая деятельность, направленная на получение новых знаний об

основных закономерностях строения, функционирования и развития человека, общества и окружающей природной среды.

Прикладными научными исследованиями являются исследования, направленные преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач.

К экспериментальным разработкам относится деятельность, которая основана на знаниях, приобретенных в результате проведения научных исследований или на основе практического опыта, с целью сохранения жизни и здоровья человека, создания новых материалов, продуктов, процессов, устройств, услуг, систем или методов и их дальнейшего совершенствования.

Объем финансирования НИР из средств федерального бюджета, выделенных Минобразованием РФ, состоит из сумм, направленных на выполнение НИР в рамках тематических планов по заданиям Минобразования и на выполнение отдельных НИР по заданиям Министерства по научно-техническим программам (НТП) и грантам.

Объем финансирования НИР из средств федерального бюджета, выделенных Минпромнаукой РФ, состоит из средств, поступивших целевым назначением из Министерства и направленных на выполнение НИР по НТП и отдельным проектам.

Таблица 2

Доля расходов на науку в бюджете Минобразования России в общем объеме расходов на науку в бюджете Российской Федерации за 1999–2002 гг.

Показатели:	1999	2000	2001	2002 (план)
Расходы федерального бюджета на фундаментальные исследования и содействие научно-техническому прогрессу, млрд. руб.	11,635	15,927	2,594	30,318
Расходы, предусмотренные в федеральном бюджете Минобразования России на фундаментальные исследования и содействие научно-техническому прогрессу, млрд. руб.	0,859	1,121	1,566	1,933
Доля расходов Минобразования России на науку в общем объеме расходов федерального бюджета на фундаментальные исследования и содействие научно-техническому прогрессу, %	7,4	7,0	6,9	6,4

**Выполнение и финансирование  
научных исследований и**

Показатель	Количество НИР	Средства, выделенные НИР, тыс. руб.	Средства, выделенные Минобрнауке России, тыс. руб.	В том числе	
				Средства, – выделенные Минобрнауке России, тыс. руб.	Другим министерствам и ведомствам, тыс. руб.
Всего по вузам и организациям	42 886	6545405,4	1537442,0	432110,1	237415,1
В том числе филиалы вузов (организаций)	881	112686,41	8211,6	2300,2	618,7
НИИ, КБ, ИЦ и другие юридические лица, представляющие отчетность в вузы, на базе которых они функционируют	2770	745680,4	69062,2	69274,9	19249,9

Таблица 3

разработок вузами и научными  
организациями: 2001

из средств				
РФФИ, РГНФ, тыс. руб.	Субъектов федерации, местных бюджетов, тыс. руб.	Заказчиков по хоздогово-рам, тыс. руб.	Зарубежных контрактов, грантов, тыс. руб.	Других источ- ников, тыс. руб.
229043,0	148677,9	3291646,3	515145,6	153925,4
652,1	4744,2	92745,6	1437,5	1976,5
5557,4	7282,1	526320,9	47828,4	1104,6

**Таблица 4**

**Выполнение исследований вузами и научными организациями из средств  
федерального бюджета, выделенных Минобразованием России,  
по областям знаний: 2001**

Показатель	Код по ГРНТИ	НИР, выполненные в рамках тематических планов по заданиям Минобразования России, и отдельные НИР по заданиям Министерства		НИР по НТП Минобразования России		НИР по грантам Минобразования России*	
		Количество	Объем, тыс. руб	Количество	Объем, тыс. руб.	Количество	Объем, тыс. руб.
Всего по областям знаний		2677	355174,1	4426	898259,7	1746	99985,6
В том числе: общественные науки	00–26	586	87995,6		375472,5	277	11001,3
Естественные и точные науки	27–43	1081	140758,1	1241	139230,3	554	31472,2
Технические и прикладные науки, отрасли экономики	44–81	932	116336,2	1766	326966,5	860	52778,6
Общотраслевые и комплексные проблемы (межотраслевые проблемы)	82–90	78	10084,2	270	56590,4	55	4733,5

Таблица 5

**Выполнение НИР по научно-техническим и федеральным целевым программам и отдельным проектам: 2001**

Показатель	Количество НИР	Объем финансирования НИР, тыс. руб	В том числе	
			Освоено собственными силами	Из них потрачено на оплату труда
<b>Всего по НТП</b>	<b>7469</b>	<b>1794425,5</b>	<b>1472904,4</b>	<b>680738,1</b>
В том числе Федеральные целевые программы	1357	355045,2	292026,1	107434,0
НТП Минобразования России	4426	898259,7	757911,1	430172,7
НТП и проекты Минпромнауки России	439	242109,6	186524,7	61763,7
НТП и проекты других министерств и ведомств	384	184473,9	131093,1	42727,0
региональные НТП и проекты	863	115287,1	105349,4	38640,7

Таблица 6

**Выполнение НИР по федеральным целевым программам: 2001**

Программа	Количество НИР	Объем НИР, тыс. руб	Процент к итогу
1	2	3	4
<b>Всего по ФЦП, в том числе:</b>	<b>1357</b>	<b>355045,2</b>	<b>100,0</b>
Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки	1015	200069,4	56,4
Дети России	1	1118,2	0,3
Жилище	1	185,0	#
Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения	154	62442,2	17,6

Продолжение табл. 6

1	2	3	4
Мировой океан	2	1410,0	0,4
Национальная технологическая база	3	18500,0	5,2
Отходы	1 1	500,0	0,1
Предотвращение опасных изменений климата и их отрицательных последствий	1	1096,2	0,3
Прогрессивные технологии картографо-геодезического обеспечения Российской Федерации	25	10570,4	3,0
Развитие лесопромышленного комплекса Российской Федерации	11	400,0	0,1
Развитие льняного комплекса России	1	250,0	0,1
Развитие рудно-сырьевой базы металлургической промышленности Российской Федерации («Руда»)	1	1010,0	0,3
Развитие электронной техники в России	8	4455,0	1,3
Развитие образования	15	7461,1	2,1
Реструктуризация и конверсия оборонной промышленности	1	680,0	0,2
Русский язык	33	1123,5	0,3
Сейсмобезопасность Республики Бурятия	2	135,0	#
Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации	2	600,0	0,2
Социально-экономическое развитие Республики Бурятия	6	5167,7	1,5
Топливо и энергия	2	1300,0	0,4
Федеральная космическая программа России	5	1760,0	0,5
Формирование установок толерантного сознания и профилактика экстремизма сознания в российском обществе	21	7683,0	2,2
Энергосбережение России	3	1206,0	0,3
Ядерная и радиационная безопасность России	1	500,0	0,1
Другие	42	25422,5	7,2



Таблица 7

**Объемы финансирования грантов по профилям вузов  
и научных организаций: 2001**

1	2	3	4	5	6	7	8
	<b>Объем выполнявшихся НИР по грантам, тыс. руб</b>						
	<b>Всего</b>	<b>Мин- образо- вания России</b>	<b>Россий- ского фонда фунда- менталь- ных исследо- ваний</b>	<b>Россий- ского гумани- тарного научного фонда</b>	<b>Субъек- тов феде- рации, городов</b>	<b>Зару- бежные</b>	<b>Других конкур- сов</b>
<b>Всего по Мин- образо- ванию России</b>	712886,0	99985,6	188052,2	40990,8	33390,9	252759,4	97707,1
<b>В том числе про- фили вузов: естест- венно- науч- ный и гума- нитар- ный</b>	421355,9	31172,3	113521,2	25089,8	23721,8	176212,0	51638,8
<b>Техниче- ский</b>	177845,5	62350,5	65716,6	4671,9	5793,5	30247,2	9065,8
<b>Финан- сово- эконо- мичес- кий</b>	11151,8	1762,8	599,8	1482,6	285,5	6498,7	522,4
<b>Педаго- гичес- кий</b>	102251,3	4460,0	8214,6	9746,5	3548,5	39801,6	36480,1
<b>Культу- ры и искус- ства</b>	281,6	240,0	0,0	0,0	41,6	0,0	0,0

## *Инфраструктура и условия научной работы в вузах глазами сотрудников научно-исследовательских подразделений. Данные мониторинга<sup>1</sup>*

Министерство образования силами Центра социологических исследований проводит регулярный мониторинг оценки инфра-структуры исследовательской базы и других важных показателей исследовательской деятельности. Ниже приводятся выборочные данные опроса 2002 г.

Бытовая инфраструктура научных подразделений вуза. Условия работы научные сотрудники вузов в целом оценивают положительно. По пятибалльной шкале даются следующие оценки:

- организация труда – 3,5 балла (это самая низкая оценка);
- взаимоотношение между научным учреждением и администрацией вуза – 3,7 балла;
- отношения между научными сотрудниками и администрацией научного подразделения – 3,8 балла;
- психологический климат в научном коллективе – 4,2 балла;
- актуальность научной темы, разрабатываемой коллективом – 4,3 балла.

Рабочее место сотрудников в среднем организовано также удовлетворительно: 24% имеют отдельный кабинет, 67,7 – отдельное рабочее место, 8,3% работают в лабораториях. Плотность сотрудников в рабочих кабинетах довольно высокая – в среднем пять человек. Условия работы в кабинете 28,8% научных сотрудников оценили как хорошие, 53 – как удовлетворительные, 18,2% – как плохие.

Более критически оценили опрошенные социально-бытовую инфраструктуру:

- бытовые удобства – 3,0 балла;
- условия питания – 2,8 балла;
- возможность лечения – 2,5 балла;
- помощь в проведении досуга – 2,2 балла;
- помощь в проведении отпуска – 2,2 балла;
- социальную помощь – 2,2 балла.

В этой сфере резерв улучшения особенно велик.

## *Техническое и информационное обеспечение научной работы*

---

<sup>1</sup> Деятельность сотрудников научных подразделений вузов: Отчет / Под ред. Шереги Ф.Э. – М.: Центр социол. исслед. М-ва образования РФ, 2000. – 185 с.

Сегодня даже гуманитарные отрасли не могут развиваться успешно, если творческие коллективы не оснащены компьютерной и множительной техникой. В технической, медицинской, химической, биологической и многих иных отраслях наук ее недостаточно. Нужна техника, аппаратура, приборы, реактивы, полигоны для экспериментов и испытаний.

Судя по ответам сотрудников, техническая оснащенность научных коллективов порой ниже удовлетворительной, кроме оснащенности компьютерами. Острый дефицит сказывается по всем видам технического обеспечения научной работы, что существенно снижает её эффективность. Ниже по тем же параметрам приводится доля тех, кто отрицательно оценил техническую оснащенность своих творческих коллективов.

Таблица 8

**Оценка сотрудниками технической оснащенности творческих коллективов, %**

Оснащенность	Хорошая	Удовлетворительная	Плохая	Итого
Компьютерами	25,3	51,3	23,4	100
Множительной техникой	22,7	36,3	41,0	100
Специальной техникой	11,7	36,2	52,1	100
Приборами, инструментами	9,8	39,8	50,4	100
Материалами для экспериментов	11,7	36,2	52,1	100
Наличие (или доступ) «полигонов» для экспериментов (испытаний)	18,0	39,0	43,0	100

*Субъекты реформирования. Коллективный портрет*

Выборка была следующая. Основная масса (45,7%) ученых проводят теоретико-прикладные изыскания, треть сотрудников (30,0%) – прикладные разработки и лишь 18,3% заняты фундаментальными исследованиями. Эти данные вполне объективные. Больше

## Доля не удовлетворенных технической оснащенностью

Оснащенность	Отрасли					
	Финансово-экономическая	Юридическая	Техническая, технологическая	Физическая, математическая, химическая	Историческая, философская	Психология, социология, лингвистика
Компьютерами	6,4	0,0	20,0	24,5	33,3	11,1
Множительной техникой	25,8	37,5	32,9	40,2	46,7	27,8
Специальной техникой	29,0	37,5	40,7	48,0	46,7	33,3
Приборами, инструментами	22,6	2,5	31,4	50,0	33,3	22,2
Материалами для экспериментов	19,4	12,5	42,1	47,1	33,3	11,1
Наличие (доступ) «полигонов» для экспериментов (испытаний)	25,8	12,5	30,7	40,2	20,0	5,6

Таблица 9

творческих коллективов в разных отраслях, %

науки						
Аграрная, агрохимическая, биологическая, лесная, рыбная	Медицинская	Геология, география, горная	Педагогическая	Электронная, кибернетика, связь	Менеджмент, управление	Другие отрасли
35,4	36,5	12,5	23,5	9,1	80,0	13.*
44,3	60,3	25,0	35,3	31,8	100,0	51,7
55,7	65,1	45,8	47,1	27,3	80,0	41,4
50,6	58,7	45,8	41,2	36,4	60,0	34,5
46,8	58,7	41,7	17,6	31,8	40,0	41,4
30,4	39,7	25,0	17,6	22,7	40,0	17,2

всего доля занимающихся фундаментальной наукой среди разрабатывающих естественнонаучные, медицинские, геологические отрасли. *Не занимаются разработкой фундаментальных проблем ученые, специализирующиеся в области менеджмента, электроники и кибернетики.* Велика доля занимающихся теоретико-прикладными изысканиями среди разрабатывающих юридические, гуманитарные, экономические, исторические, педагогические отрасли знания.

Научная работа в вузах представлена коллективами двух типов: самостоятельными научными подразделениями, для сотрудников которых научная работа является основной формой труда, и кафедрами, чей основной труд — преподавание. Научная деятельность таких коллективов собственно научного и педагогического, сохраняя приоритет учебного процесса, должна быть интегрирована в единую научную работу вуза.

Взаимоотношения между научными подразделениями вузов и кафедрами не всегда однозначны. В менее выгодном положении находятся научные подразделения, вынужденные формировать основные средства для проведения исследовательских работ за счет грантов либо коммерческих заказов. Выполняя основную социальную функцию вуза — подготовку специалистов — кафедры имеют фонд заработной платы, гарантированный государством. На фоне различий научных подразделений и кафедр вузов рассмотрим суждения сотрудников по поводу организационной самостоятельности научных подразделений.

У сотрудников нет единства относительно того, какой должна быть юридическая форма научных подразделений вуза. Их мнения распределились следующим образом:

20,0% — научные подразделения вуза должны быть полностью подчинены вузу в качестве его структурных подразделений;

17,7% — они должны иметь юридическую самостоятельность, сохраняя с вузом партнерские отношения;

36,0% — научные подразделения должны иметь юридическую самостоятельность и одновременно входить в состав вуза как его структурное подразделение;

19,7% — в вузах должны быть созданы научно-образовательные комплексы;

3,2% — нужно создавать самостоятельные исследовательские университеты.

Сотрудники едины лишь в том, что не должно быть самостоятельных исследовательских университетов. Многие из них не против создания научно-образовательных комплексов. Суммируя высказанные мне-

ния, можно сделать вывод, что 53,7% сотрудников поддерживают юридическую самостоятельность научных подразделений вузов.

Подобная разобщенность мнений сотрудников свидетельствует о том, что проблема юридического статуса научных подразделений вузов остается пока нерешенной.

На фоне других секторов вузовский сектор науки оставляет неплохое впечатление. Вместе с тем следует сказать, что по ряду причин невозможно создать исследовательский университет мирового класса силами одной только вузовской науки. Среди этих причин:

- отсутствие современной базовой, а также телекоммуникационной, информационной инфраструктуры в вузах;
- сохраняющееся на общегосударственном уровне недоверие к возможностям вузовского сектора;
- вынужденные мелкотемье и ограниченность масштабности программ, низкий уровень связи с потребностями других ведомств и промышленности;
- эфемерность международных связей вузов.

Особо отметим тот факт, что недовольство работников научно-исследовательских подразделений вузов условиями своей работы не исключает их возможного сопротивления реформе.

Обобщая сказанное, стоит рассмотреть возможность «мягкой» интеграции научно-исследовательских организаций и вузов без единого юридического лица. Подобная структура могла бы обслуживать систему послевузовского образования нового типа. В качестве обладателей относительно неплохой базовой инфраструктуры стоит привлечь ряд государственных научных центров, расположенных в научных столицах. В качестве критериев можно взять имеющийся опыт образовательных услуг, широту профиля исследований, наличие в портфеле актуальных проектов, а также интенсивность международных связей.

## Концепция системы послевузовского образования нового типа

### *Показатели деятельности аспирантуры российских вузов в сравнении с показателями аспирантуры академического и отраслевого секторов*

Численность аспирантов российской сферы науки и образования составила в 2000 г. около 117 тыс. человек при ежегодном выпуске более 30 тыс. человек [5]. Из них более половины приходится на долю российских вузов. В частности, в организациях, подведомственных Министерству образования РФ, в 2000 г. насчитывалось 73 732 аспиранта (при численности студентов 2628 тыс. человек). Это означает, что на долю специалистов, зачисленных на элитную стадию подготовки с учетом других секторов науки, приходится чуть более 4% при норме для развитых стран не менее 10–20%.

Аспирантский выпуск составил 15 101 человек, в том числе с защитой диссертации – 4976 человек [6]. Тенденции последних лет таковы: численность аспирантов и эффективность аспирантуры в целом в академическом и отраслевом секторах падает, а в вузовском – растет. В динамике наблюдается тенденция увеличения доли тех, кто поступает в аспирантуру сразу по окончании вузов. Одновременно просматривается, по всей видимости, связанная с первой тенденция медленного снижения среди поступающих доли тех, кто впоследствии хотел бы заниматься наукой. В 2000 г. доля таких абитуриентов составила 51,6%, в 1998 г. – 55,9%. В то же время преподавать в вузе хотело вдвое меньшее число аспирантов. Указанная пропорция остается достаточно стабильной. В сознании большинства аспирантов научная и преподавательская деятельность имеет самостоятельное значение. Эффективность аспирантуры в организациях Министерства образования составляет 25%, что несколько превышает среднюю цифру по стране.

Наконец, наша аспирантура напоминает добровольные курсы дополнительной подготовки, где отсутствует конкурс. По данным за 2000 г., в половине аспирантур не было конкурса. В естественных науках его не было в 63,3% аспирантур. 90,6% желающих поступали туда с пер-



вой же попытки<sup>1</sup>. В этих условиях планка требований к поступающим не может быть высокой.

Неплохие в целом показатели организаций Минобразования на фоне подготовки кадров в других секторах науки обнаруживают глубокий кризис системы аспирантской подготовки, требующей существенного реформирования. Рассмотрим концепцию системы послевузовской подготовки нового типа.

### *Система послевузовского образования нового типа*

Система послевузовского образования (ПВО) нового типа в данном параграфе рассматривается как инструмент закрепления молодежи в науке на пять-шесть лет<sup>2</sup>. Система ПВО предполагает дальнейшую стажировку в столичном научном центре плюс дополнительное образование в течение трех-шести лет после окончания вуза. Такая стажировка предполагает подключение к научным исследованиям и ознакомление с мировым опытом, а также с основами менеджмента в научно-технической сфере. К моменту окончания ПВО выпускник должен иметь представление о том, как строится исследовательская деятельность, в чем ее особенности, как развивается наука в разных странах. Предлагаемая система позволит уменьшить размеры балласта среди зачисленных в аспирантуру-докторантуру.

На новых основах она вполне может сочетаться с существованием аспирантур под централизованным контролем Министерства образования, предлагая более широкие образовательные услуги, чем в обычной аспирантуре. В рамках новой системы ПВО легче решать бытовые проблемы молодых ученых, в частности предоставление жилья. В 50-е годы АН СССР обеспечивала аспирантов благоустроенными комнатами в общежитии любого города страны. Сегодня это под силу лишь централизованной министерской структуре. Таким образом, вместо расплывчатой и неоднозначной идеи обеспечения жильем молодых ученых вообще создается основа селективной поддержки и обеспечения проживания в течение четырех-шести лет для обучающихся в ПВО. Преимущество системы ПВО состоит также в том, что она дает не только знания, но и формирует навыки. В итоге в сферу науки будут приходиться не только уче-

---

<sup>1</sup> Проблемы привлечения молодых специалистов в науку: Информационно-аналитическая записка. – Центр социол. исслед. М-ва образования РФ. – М, 2000.

<sup>2</sup> Начальная проработка концепции ПВО выполнена совместно с И.Дежиной [2].

ные, но и грамотные специалисты обеспечивающего звена (юристы, сетевые администраторы, маркетологи и т.п.).

В пользу системы ПВО свидетельствует и тот факт, что сегодня большинство студентов старших курсов не собирается задерживаться на работе по специальности. То же относится и к сфере науки. Так, 70% молодых специалистов не имеют установки на длительную работу по специальности и готовы в любой момент ее сменить. Это не случайно: динамика современной жизни такова, что рынок труда все время меняется, и в среднем каждые пять лет необходимо доучиваться либо переучиваться. Поэтому обучение в системе ПВО в течение пяти-семи лет и затем переход в иные сферы деятельности не является трагедией.

Целесообразность ПВО подтверждается также тем, что студенты, долгое время работавшие в сфере науки до поступления в аспирантуру, в большинстве своем остаются в науке и после окончания обучения. Аспирантура нередко выполняет функцию ПВО, особенно если принять во внимание тот факт, что в ней практически отсутствует конкурс.

Следует подчеркнуть, что система ПВО не угрожает традиционному для СССР и России институту аспирантуры. Исторически сложилось так, что аспирантура – это не столько образовательный, сколько организационный механизм для подготовки и защиты диссертаций. Поэтому обучение в ПВО, где действительно будут давать знания, нужные «взрослым» людям, при желании легко сочетается с обучением в аспирантуре. Если уж сравнивать, то система послевузовского образования скорее будет близка к аспирантуре западного образца. Там это – отлаженный образовательный процесс, в котором написание диссертации отнюдь не является единственной задачей. Его главная цель – поставить обучающего на ноги, чтобы он вошел в круг признанных специалистов.

Несмотря на то, что какая-то часть выпускников ПВО покинет науку, введение этого механизма позволит сохранить в науке тех, кто имеет склонность к исследовательской работе.

При привлечении молодежи в науку необходимо учитывать региональную мотивацию, основываясь на мобильности кадров и в какой-то степени их перераспределении на переходном этапе, в пользу ведущих научных центров и исследовательских университетов.

Уход из науки можно предотвратить, если молодым исследователям будет предоставлена возможность работы в одной из организаций признанных научных центров. В настоящее время в регионах престиж науки значительно выше, чем в столицах. К тому же в московских и петербургских вузах в настоящее время наблюдается самый большой дис-

баланс между молодым и пожилым ППС. В Москве средний возраст ППС составляет почти 52 года, в Петербурге – почти 50 лет [4].

Научные центры для стажировок, ассоциированные с ПВО-университетами, можно выделять по-разному. Рассмотрим одну из возможных групп таких центров.

В качестве потенциальных столичных научных центров, ассоциированных с университетами, можно рассматривать ведущие НИИ страны, имеющие статус Государственных научных центров. Многие из них, являясь головными в области тех или иных критических технологий, расположены в столицах, имеют до 100 докторов и несколько сотен кандидатов наук, а также опыт образовательных услуг. Такие центры могли бы совместно с университетами составить «виртуальные» исследовательские университеты, упростив задачу юридического оформления нового образования и сняв требование компактного расположения университета и НИИ. Обучающиеся в системе ПВО молодые ученые и инженеры централизованно прикомандировывались бы к Государственным научным центрам при методическом патронаже университетов и при общем руководстве Минобразования.

В то же время не все из 58 госнаучцентров могут быть привлечены к решению наших задач. Например, сложно рекомендовать в качестве ПВО-ассоциатов монопрофильные госнаучцентры, а также центры с большой долей оборонного заказа. Шансы на включение в кандидаты выше у тех из них, которые обладают филиалами, соответственно, в Московской и Ленинградской областях – такие филиалы легче подготовить для вахтовой работы молодежных коллективов.

## Заключение

1. Идея исследовательских университетов сохраняет свою привлекательность в качестве новой образовательной формы, придающую ее проектам определенную состязательность с теми, которые готовятся в различных ведомствах.

2. Имеющаяся нормативная база по вопросам привлечения талантливой молодежи в научно-техническую сферу не рассматривает систему исследовательских университетов в качестве одного из инструментов решения указанной задачи. Законодатель предпочитает акты прямого регулирования, рассчитанные на пожизненное ангажирование слабо мотивированной молодежи. Попытки реализации новых образовательных форм объективно наталкиваются на неполноту и противоречивость

законодательства. Продвижение же новых образовательных учреждений в форме жестко интегрированных структур требует эксклюзивных постановлений правительства или поправок к законодательству, а также лоббирования на уровне нобелевских лауреатов.

3. Относительное благополучие вузовского сектора науки России по сравнению с другими секторами тем не менее оказывается недостаточным для формирования исследовательского университета мирового класса силами одного лишь Министерства образования РФ, чему препятствует ограниченность базовой инфраструктуры, слабость международных связей и международной рекрутинговой политики, а также традиционное недоверие государства к исследовательскому потенциалу вузов.

4. Кризис традиционного института аспирантуры, провальная демографическая ситуация в академическом и отраслевом секторах науки, ограниченные возможности создания жестких исследовательско-образовательных структур в форме единого юридического лица, а также неразумность пожизненного рекрутирования в науку заставляют рассмотреть в качестве возможного способа решения кадровых проблем создание под эгидой Минобрнауки РФ системы послевузовского образования (ПВО) нового типа, совмещающей с традиционной аспирантурой, но более близкой к системам стажировки и второго профессионального образования. Система ПВО предполагает активную рекрутинговую политику с привлечением талантливых ученых периферии, а также стран ближнего и дальнего зарубежья.

5. Математическое моделирование кадровых процессов в научно-технической сфере дает сегодня средний срок плодотворного пребывания в науке — шесть-семь лет. Поэтому перед системой ПВО и ставится задача «внеэкономического» удержания молодого ученого на пять-шесть лет с полной творческой отдачей с его стороны.

6. В качестве основы для работы системы ПВО предлагается «мягкая» интегрированная структура, включающая ПВО-университет, обеспечивающий основную образовательную нагрузку, и ПВО-ассоциат, в которых молодой исследователь проходит научную стажировку. В качестве возможных ПВО-ассоциатов предлагаются тщательно отобранные институты из числа Государственных научных центров Российской Федерации.

## Список литературы

1. Высшее образование в России: 1998: Стат. сб. – М.: ЦИСН, 1998.
2. Дежина И., Егоров С. Кадровая реабилитация российской науки: В поисках решения // Вестн. РАН. – М., 2003. – № 10.
3. Деятельность сотрудников научных подразделений вузов: Отчет / Под ред. Шереги Ф.Э. – М.: Центр социол. исслед. М-ва образования РФ, 2000. – 185 с.
4. Корольков В. Кадровая ситуация в высшей школе: Тенденции и проблемы // Высш. образование в России. – М., 2000. – № 6.
5. Наука России в цифрах – 2001 год. – М.: ЦИСН, 2002.
6. Научный потенциал вузов и научных организаций Минобрнауки России. 2000: Стат. сб. / СЗМНЦ. – СПб., 2001.
7. Научный потенциал вузов и научных организаций Минобрнауки России. 2001: Стат. сб. / СЗМНЦ / Под ред. Шленова Ю.В. – СПб., 2002.
8. Не будем формалистами! // Поиск. – М., 2002. – № 40.
9. Человек меняет мир – мир меняет человека // Служба кадров. – М., 1997. – № 2.
10. Attracting and retaining R&D talent for defense // Physics today. – L., 2001. – N 4.