

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

**ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ
ПО ОБЩЕСТВЕННЫМ НАУКАМ**

А.Н. АВДУЛОВ, А.М. КУЛЬКИН

**ПАРАДИГМА
СОВРЕМЕННОГО
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО
РАЗВИТИЯ**



МОСКВА 2 0 1 1

УДК 001
ББК 65.23
А 82



*Монография подготовлена и издана при финансовой
поддержке Российского фонда фундаментальных
исследований (РФФИ)
Проекты № 09-06-00008а и № 10-06-07066*

А 82 Авдулов А.Н., Кулькин А.М.
Парадигма современного научно-технического раз-
вития: Монография / РАН. ИНИОН. Центр науч.-
информ. исслед. по науке, образованию и технологиям. –
М., 2010. – 304 с.
ISBN 978-5-248-00537-6

В развитых странах мира четко определились тенденции, закономерности формирования мощного научно-образовательного потенциала – основы современного социально-экономического развития. В монографии рассмотрены этапы и организационные формы становления этого потенциала, источники, структуры и механизмы государственного финансирования научных исследований в странах – представителях трех наиболее развитых регионов мира – Северной Америки, Западной Европы и Восточной Азии. В качестве таких представителей выбраны США, ФРГ и Япония – ведущие государства каждого из перечисленных регионов. Отдельно и обстоятельно рассмотрены проблемы, представляющие большой интерес для читателя, формирования научного потенциала Европейского союза. Анализ систем и состояния государственного финансирования развитых стран мира представлен в многочисленных таблицах.

УДК 001
ББК 65.23

ISBN 978-5-248-00537-6

© ИНИОН РАН, 2011
© Авторы, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
----------------	---

Глава первая МЕСТО И РОЛЬ НАУКИ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ: ЭВОЛЮЦИЯ ПАРАДИГМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

1.1. Периодизация государственной научно-технической политики.....	16
1.2. Наукоемкие технологии и их роль в современной экономике.....	31

Глава вторая ДИНАМИКА ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ, ФОРМИРУЮЩИХ ПАРАДИГМУ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

2.1. О ресурсном обеспечении научно-технического прогресса	45
2.1.1. Финансирование науки в США	52
2.1.2. Финансирование науки в ФРГ	60
2.1.3. Финансирование науки в Японии.....	66
2.1.4. Россия между двумя эпохами – индустриальной и постиндустриальной.....	74
2.2. Наука в глазах широкой общественности	85
2.2.1. Интернет как набирающий популярность источник научно-технической информации	89

2.2.2. Об интересе граждан к науке и технике.....	91
2.2.3. Самооценка респондентами своей научной грамотности	92
2.2.4. Объективная оценка научной грамотности	93
2.2.5. Вера в псевдонауки	95
2.2.6. Отношение к науке, ученым и актуальным научным проблемам.....	97
2.3. Влияние общественности на научно-техническую политику и развитие науки.....	112

Глава третья ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

3.1. Консолидация национального научно-технического потенциала	129
3.1.1. Национальные исследовательские программы (НИП)	129
3.1.2. Консорциум «SEMATECH»	136
3.1.3. Американская национальная программа развития нанотехнологии	141
3.1.4. Японская национальная программа разработки «Системы обработки образной информации» (Pattern information processing system – PIPS).....	148
3.1.5. Рамочные программы Европейского союза.....	160
3.2. О глобализации науки и производства.....	172
3.2.1. Пробуждение азиатских гигантов.....	176
3.2.2. Состояние мирового рынка наукоемкой продукции.....	189

Глава четвертая ВНУТРЕННИЕ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ

4.1. Трансформация дисциплинарного спектра науки	198
4.2. Парадигма глобального научно-образовательного прорыва.....	201
4.3. Система образования – стратегический фактор развития науки	228
4.4. Философское эссе по результатам исследования.....	234

Глава пятая
СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕНЫ
ПАРАДИГМАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА
СФЕРЫ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1. Сближение фундаментальных и прикладных исследований	237
5.2. Наука и технология.....	238
5.3. О коммерциализации науки и инновациях.....	239
5.4. О технической оснащенности современной науки.....	241
5.5. Информационные технологии	244
5.6. Наука и техника на службе медицины.....	255
5.6.1. Разработка искусственного сердца.....	256
5.6.2. Клетки больших надежд.....	262
5.6.3. Главный проект XX в. – расшифровка генома человека	269
5.6.4. Нанотехнология.....	284
Заключение	291
Примечания и использованная литература	294
Сведения об авторах	301

ВВЕДЕНИЕ

Древнегреческое слово «парадигма», означающее в переводе на русский «модель», «пример», «образец», применительно к науковедению было впервые использовано Т. Куном в его широко известной среди обществоведов книге «Структура научных революций» (1962). Как и многим другим терминам, заимствованным из мертвых языков, в языках современных ему придется целый ряд близких по смыслу, но не идентичных значений. У самого Куна таких значений насчитывается более двух десятков (см.: 1, с. 130), но главным среди них, получившим широкое распространение в научной литературе и даже вошедшим в энциклопедические словари, было «модель постановки проблем и их решения, методов исследования, господствующих в течение определенного исторического периода в научном сообществе» (2, с. 977). Для этого значения характерны два момента. Во-первых, оно замыкается в пределах сферы науки и не охватывает связей ее ни с другими сферами общественного труда, ни с действующими в обществе институтами, в том числе с государством. Более того, понимаемая таким образом «парадигма» специфична для каждой конкретной отрасли науки, она, так сказать, монодисциплинарна, поскольку методы исследований в разных научных дисциплинах различны. Во-вторых, – и это, конечно, является достоинством определения – оно не ограничивает использования термина каким-либо временным промежутком, методы и модели могут меняться, с ними изменится и содержание парадигмы, но сам термин сохраняется. Согласно концепции Куна, развитие науки происходит путем

смены парадигм, которые (смены) Кун называет «научными революциями».

Новая парадигма может сколь угодно отличаться от старой, может и выйти за пределы одной научной дисциплины в связи с появлением «междисциплинарных» исследований или особо сложных крупных объектов, при работе над которыми необходимо опираться на многие отрасли науки. Тогда такого рода новшества станут характерными особенностями новой парадигмы, но отменять или заменять термин нет никакой необходимости (1). И он поныне используется в своем прежнем значении. Но не только.

В последнее десятилетие этот термин все чаще используют при анализе процессов научно-технического развития стран и регионов, научной политики как на государственном, так и на других уровнях, начиная от корпоративного и до международного (3; 4; 5; 6 и др.). В таком контексте парадигма современного научно-технического развития (ПНТР) – это вся совокупность внутренних и внешних по отношению к сфере науки условий, в которых это развитие происходит; другими словами, – совокупность факторов, обуславливающих направление и темп научно-технического прогресса общества. А научно-технический прогресс уже более века является основной движущей силой эволюции общества в целом, его экономического, социального, политического и культурного поступательного движения.

Внутренние условия определяются уровнем развития самой науки, ее дисциплинарным спектром, связями между отдельными дисциплинами, ресурсной базой (кадровой, финансовой, инструментальной), а также системой организации исследований и управления ими. Внешние же условия – это взаимоотношения науки как одной из областей жизнедеятельности общества с другими областями общественного труда, с системами управления обществом в целом (в первую очередь – государственными органами всех уровней) и с действующими в обществе нормами права, морали и т.д. С методологической точки зрения полезно иногда выделить в отдельную группу организационно-управленческие факторы, среди которых есть и внешние и внутринаучные, так как эта группа как бы замыкает все условия жизнедеятельности сферы науки в единый комплекс. Она не включает непосредственно содержательных в научном плане моментов (новые

открытия, расширение области знания, углубление понимания законов природы и т.п.), однако входящие в нее факторы никак нельзя недооценивать. Они действуют как своего рода катализаторы или, напротив, замедлители развития научной сферы, в значительной мере определяя эффективность действия как внутренних факторов, так и внешних. ПНРТ в целом выступает как диалектическое единство всех взаимодополняющих друг друга отмеченных выше составляющих.

Все перечисленные и иные факторы, участвующие в формировании парадигмы научно-технического развития, историчны, они изменяются во времени, а, кроме того, сегодня и в обозримом будущем привязаны к конкретной стране, уровню ее экономического и культурного развития, политической системе, традициям, хотя довольно бурно развивающиеся процессы глобализации уже играют важную роль в жизни всех мало-мальски цивилизованных стран, причем в сфере науки они имеют более глубокие корни и играют более важную роль, чем в других областях, допустим в политике или даже экономике. Исследование каждого из формирующих парадигму факторов, характера их влияния и на науку, и на общество в целом, веса отдельных составляющих в общей совокупности, сочетания глобального и национального является комплексной фундаментальной проблемой современного науковедения. Задача, стоящая перед нами в данный момент, состоит в том, чтобы кратко охарактеризовать сегодняшнее ее (парадигмы) состояние, отметить произошедшие за последние примерно полвека изменения и вероятные направления дальнейших перемен.

При подготовке монографии, являющейся логичным продолжением предшествующих публикаций авторов, использованы как актуализированные материалы указанных публикаций, так и широкий круг отечественных и зарубежных источников по науковедческой тематике. Последняя в конце прошлого и начале нынешнего века бурно развивается, отражая растущее влияние науки на все стороны жизнедеятельности общества.

Во избежание каких-либо неточностей в толковании дальнейшего текста представляется целесообразным предварить последний определениями нескольких наиболее употребительных понятий. К ним относятся понятия научно-технического потенциала, государственной научно-технической политики,

интеллектуального ресурса общества, инновации и инновационной политики.

Научно-технический потенциал – это совокупность кадровых, материальных, финансовых и информационных ресурсов, а также организационно-управленческих структур той или иной страны, обеспечивающих функционирование ее сферы наука-техника.

Государственная научно-техническая политика – это планомерная и постоянная, организуемая специализированными государственными органами всех уровней система мероприятий, имеющая своей целью создание оптимальных экономических, правовых, политических и иных условий для динамичного, эффективного и экологически безопасного развития научно-технического потенциала страны.

Интеллектуальные ресурсы общества (государства) – это полный объем накопленных им научных знаний и кадры ученых и инженеров, способных эти знания эффективно использовать и развивать.

Инновация – термин обладает широким спектром значений: нововведение, новшество, модернизация в системе управления, комплекс мероприятий, направленных на внедрение в экономику новой техники, технологий и изобретений, и создание новой или существенное улучшение существующей потребительской стоимости (товаров и услуг) в процессе коммерциализации новых знаний.

Инновационная политика – политика на уровне отдельной компании, региона или государства в целом, направленная на создание оптимальных условий для появления и использования инноваций.

Последнее замечание. Авторы в своем исследовании использовали значение термина «парадигма», определение которого дано в начале введения.

Глава первая

МЕСТО И РОЛЬ НАУКИ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ: ЭВОЛЮЦИЯ ПАРАДИГМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

Среди обществоведов, в научном сообществе в целом, среди политиков и среди хотя бы мало-мальски образованных представителей широкой общественности повсеместно признано, что сегодня наука, интеллектуальные ресурсы, научно-технический потенциал в любой развитой стране – это наиболее значимое звено системы производительных сил, от уровня развития и состояния которого напрямую зависят как благосостояние общества, так и положение государства на мировой арене и в экономическом плане, и во всех иных значимых аспектах – политическом, военном, образовательном, культурном. По историческим меркам процесс обретения наукой столь высокого статуса занял не так уж много времени – немногим более века. Начало этого процесса примерно совпадает с началом второй промышленной революции, которое обычно датируют серединой XIX столетия. Первая промышленная революция (1750–1850) обошлась без науки, конкретного непосредственного участия ученые в ней не принимали. Появление паровой машины Д. Уатта (1774–1784) и нового оборудования для текстильной промышленности Британии, главных базовых инноваций этой революции, – плод талантов изобретателей-самоучек, действовавших методом «проб и ошибок». Не столько этим изобретениям помогла наука, сколько они науке. Известный британский историк наук, Дж. Бернал, прямо утверждает, что как изобретение, так и «большая часть усовершенствований паровой машины были осуществлены механиками-практиками без какой-либо серъ-

езной помощи со стороны науки. Работа этой машины привлекала, однако, к себе внимание многих ученых, желавших понять ее и даже мечтавших ее улучшить» (1, с. 326). Понимание растянулось на полвека, и участвовали в нем выдающиеся ученые Англии, Франции, Германии, причем первые гениальные для своего времени обобщения на этот счет (С. Карно, 1824 г.) прошли совершенно незамеченными ни научным сообществом, ни практиками и получили признание лишь спустя десятилетия. Правда, конечный результат оказался прекрасным – были сформулированы два основных начала термодинамики.

Вторая индустриальная революция связана прежде всего с качественными изменениями в энергетической базе общества. В дополнение к механической энергии, энергии падающей воды, пару и углю, мускульной силе людей и животных приходят электричество и нефть. И приходят они вместе с солидной теоретической научной базой, созданной трудами западноевропейских физиков и химиков в конце XVIII и первой половине XIX в. Достаточно упомянуть таких корифеев физики, как Ампер, Вольт, Ом, или химии – Кекуле, Либих, Гофман. На открытых ими законах впервые в истории начинает формироваться тот логичный цикл «наука – производство», который сегодня воспринимается как вполне естественный и чуть ли не единственно возможный ход вещей. Сначала в лабораториях в результате расчетов, догадок, гипотез, их провалов и триумфов в сфере науки были созданы основы электротехники и синтеза химических соединений, а уже после этого на основе теории начали формироваться соответствующие отрасли промышленности.

Разумеется, о цикле мы говорим в какой-то мере условно. Он не был похож на современные планируемые и выполняемые единым коллективом программы, иной раз растянут во времени на десятилетия, разбросан в пространстве по разным странам, по многим лабораториям и предприятиям, никак между собой не связанным, а участники событий и не думали, что их можно заподозрить в каких-либо совместных действиях. И тем не менее в развитии электротехники и современной химической промышленности извечная проблема яйца и курицы никогда не возникала – всегда было ясно, что сначала, а что потом. Приведем лишь один пример. Датчанин Эрстед обнаруживает и исследует магнитное действие элек-

трического тока (1820), англичанин Стерджен, пользуясь данными Эрстеда, изобретает электромагнит (1823), американец Генри этот магнит усовершенствует (1831), а его соотечественник Морзе подытоживает цикл замечательным практическим результатом, создает электромагнитный телеграф (1837) и код для передачи информации (1838). Имена половины участников этой цепочки увековечены в названиях основных единиц электрических и магнитных величин. Аналогичные последовательности можно отыскать и применительно к гальванопластике, электрическому освещению, созданию органических красителей и т.п. Они приведут нас в середину и вторую половину XIX столетия, когда разворачивается процесс формирования новых по тому времени отраслей промышленности – электротехнической и производства органических красителей. Предприятия этих отраслей не могли обходиться без ученых специалистов. Метод «проб и ошибок» здесь не только малоэффективен, но и чрезвычайно опасен. В штатах соответствующих предприятий появляются сначала единицы ученых, затем группы, и наконец возникают промышленные исследовательские лаборатории. «Обязательным атрибутом второй промышленной революции, сердцем ее явилась организационно-управленческая инновация – промышленная исследовательская лаборатория» (2, с. 11).

В промышленности и в экономике в целом складывается потребность в специалистах с хорошим уровнем образования, и академический сектор, наиболее «древний» из секторов науки, отвечает на эту потребность многократным увеличением числа высших учебных заведений – университетов и политехникумов, численности ученых, профессионализацией науки как таковой (без обязательной связи с системой образования), расширением исследовательской деятельности и (после достаточно длительного периода преодоления академического снобизма) готовностью сотрудничать с промышленностью в решении актуальных для последней научных проблем. Реализуется оценка К. Маркса, утверждавшего, что «капиталистический способ производства впервые ставит естественные науки на службу непосредственному процессу производства... Наука получает призвание быть средством производства богатства... впервые возникают такие практические проблемы, которые могут быть разрешены только научным путем» (4, с. 320).

С появлением промышленных исследовательских лабораторий реально начинается процесс интеграции науки и производства, основа основ экономического прогресса передовых стран начиная с последней четверти XIX в. и по сегодняшний день. Термин «интеграция» пришел в обиход применительно к явлениям общественной жизни сравнительно недавно, в последние примерно 50–60 лет, и в отношении взаимодействия науки с производством требует краткого пояснения. Корень у него латинский (*integer* – целый), а в современных языках он в основном ассоциировался с математикой, с интегральным исчислением. В современном обществоведении под интеграцией имеется в виду объединение, слияние двух или более компонентов в единое целое, которое приобретает в результате новые признаки по сравнению с арифметической суммой объединяющихся частей, приобретает новое, более высокое качество. Исходные компоненты при этом свое существование в прежнем виде прекращают (полностью или частично). Классические тому примеры – слияния банков, разного рода иных корпораций, интеграция стран Западной Европы, входящих в ЕС, и т.п.

Могут ли подобные превращения произойти с наукой и производством? Взаимосвязи между ними и взаимовлияние имели место с тех давних времен, когда наука обособилась в качестве специфического вида человеческой деятельности. Но означает ли это, что дело идет к слиянию производства и науки, прекращению их самостоятельного существования и созданию некоей новой структуры, как это, казалось бы, следует из определения понятия «интеграция»? Очевидно, что такая перспектива пока не просматривается. Наука и производство не являются однородными структурами, обладающими одинаковыми основными признаками и отличающимися лишь второстепенными параметрами. Их основные признаки различны по природе, особенности научного труда, его цели и т.д. отличаются от аналогичных параметров производственной сферы настолько, что слить их невозможно, самое тесное взаимодействие не предполагает утраты специфики интегрирующихся компонентов и их исчезновения в прежнем качестве. Интеграция в этом и других подобных случаях проявляется в том, что они становятся необходимыми взаимосвязанными и соподчиненными звеньями более широкой структуры, объединенными общей целевой функцией. Иссле-

довательская лаборатория в составе промышленной фирмы как раз и является оптимальным вариантом интеграции науки и производства.

Такие лаборатории раньше всего появились в Германии – в промышленности, выпускавшей органические красители для текстильного производства (фирмы «Хёст», «Агфа», «Байер» и др.) (42). Они быстро тиражировались во Франции, Англии, США. Следом шли электротехнические лаборатории, подключались и другие отрасли, поскольку наличие собственной исследовательской службы давало предприятию очень большие преимущества в конкурентной борьбе, в создании новых видов продукции и расширении рынков сбыта; лаборатории фирм «Артур де Литтл» (1886), «Истмен кодак» (1893), «Б.Г. Гудриг» (1885), «Дженерал электрик» (1890), «Дюпон» (1902), «Белл Лабз» (1907) в США; «Левен Брауверз» (1889, 1 ч.), «Алкали компании» (1892) в Англии и т.д. До Первой мировой войны число лабораторий росло медленно, после нее – быстро, в передовых странах ими обзавелись все крупные фирмы той или иной отрасли промышленности. Появились инженерные ассоциации и общества, журналы, газеты, сложился промышленный сектор исследований и разработок (ИР). Наука начинает приобретать характер непосредственной производительной силы, а капиталовложения в науку становятся чрезвычайно выгодным, хотя порой и рискованным делом. Решающий шаг на пути к тому статусу, о котором мы говорили в начале главы, был сделан. В развитие науки включились локомотивы рыночной экономики, придавая ей мощное ускорение.

Параллельно развитию промышленного сектора росли и другие сектора науки – академический и государственный. Сформировалась сфера науки, столь же значимая, как и другие сферы жизнедеятельности общества. Сформировалась и ее трехсекторная структура, существующая поныне, сложилось и разделение науки на фундаментальную и прикладную.

В первые десятилетия XX в. наука росла чрезвычайно быстрыми темпами. «Масштабы научных усилий выросли в XX в. почти до неузнаваемости, – пишет Дж. Бернал. – В 1896 г. во всем мире имелось, быть может, каких-нибудь 50 000 человек, которые поддерживали традицию науки в целом, и лишь не более 15 000 из них обеспечивали прогресс знания с помощью научно-исследовательской деятельности.

Через 58 лет число людей, занимающихся научно-исследовательской работой, составило не менее 400 000 человек, точно же определить общее число научных работников, занятых в промышленности, государственных учреждениях и учебных заведениях, почти невозможно, однако оно, по-видимому, приближается к 2 млн. В значительно большей пропорции возросла сумма расходов на нужды науки: с менее полумиллиона ф. ст. до 2 млрд. с лишком, что, учитывая изменения денежного курса, дает увеличение в 400 раз. Это означает среднюю норму роста 10% в год. Такие темпы значительно превышают темпы роста любого другого элемента в обществе, в том числе даже и военных расходов» (1, с. 389). В значительной мере благодаря науке передовые страны в первой половине XX в., несмотря на колоссальные трудности, обусловленные экономическими кризисами, острейшими социальными конфликтами и войнами, смогли решительно продвинуться вперед в развитии производительных сил и повышении жизненного уровня населения. Уже после Первой мировой войны начинает, по крайней мере среди ученых, осознаваться государственная значимость сферы науки. Например, всемирно известный французский химик Ле Шателье в своей брошюре-обращении «Наука и промышленность» писал: «Для того чтобы восстановить страну, нам необходимо понять огромное значение науки. Нам необходимо использовать ее... Будущее нашего государства зависит от того, какое определение будет дано науке и какие в связи с этим будут приняты программы образования, так как тем самым предопределяются методы производства. Ставка достаточно велика» (3, с. 11–12).

Однако государственного признания в полной мере наука добилась лишь после Второй мировой войны. Эта война со всей очевидностью показала новую роль научно-технического потенциала, она была в полном смысле войной техники, в военные годы совершались многие открытия, создавались изобретения (от пенициллина до радара и атомной бомбы), невиданными в мирное время темпами внедрявшиеся в практику и работавшие на победу. Сами военные и не предвидели всех тех новейших видов оружия, которыми снабдили их ученые. Как анекдоты звучали правдивые истории времен Первой мировой войны, характеризовавшие отношение тогдашних военных к науке. Когда США в 1915 г. вступили

в войну и Американское химическое общество обратилось в военное министерство с письмом, предлагая свои услуги, ответ гласил: «В этом нет необходимости, поскольку, рассматривая ваше предложение, министр обнаружил, что в штате его ведомства химик уже имеется» (4, с. 6). Через 20 лет «...обращение военных в научную веру было полным и безоговорочным. В послевоенные годы они будут постоянно стремиться финансировать и использовать творческий потенциал ученых для непрерывного развития систем вооружений» (там же, с. 10). Военные в данном случае олицетворяли собой государство. Война к тому же «выпестовала» целый ряд отраслей промышленности, которые начали играть первую скрипку в экономике (реактивная техника, авиация, атомная промышленность, электроника и др.) и развитие которых требовало таких усилий и ресурсов, которые никто, кроме государства, мобилизовать не мог.

Другими словами, война установила между государством и наукой в целом новые, прочные постоянные систематические связи. Это и дает нам основание считать окончание войны началом становления государственной научно-технической политики (НТП). С того момента прошло уже много времени, чтобы ее отдельные этапы достаточно четко обозначились, и можно выстроить периодизацию данного направления деятельности государства.

1.1. Периодизация государственной научно-технической политики (НТП)

Однако, прежде чем рассматривать конкретные этапы развития НТП, следует пояснить, на каком принципе строится предлагаемая здесь периодизация. Обычно при решении подобных задач в основу кладется хронология — даты каких-либо событий, периоды правления какой-либо династии или партии. В нашем случае собственно хронология хотя и присутствует, но основой не является. Периодизация строится по принципу приоритетности стоящих перед НТП задач. У каждого этапа свой приоритет, своя основная проблема, которая на данном этапе решается. Ведь НТП, как и всякая другая политика, — сложная, многогранная система, состоящая из разнообразных по форме и содержанию компонентов — ин-

ституциональных, организационных, экономических, юридических и т.д., включая географический. На какое-то время один из них или комбинация двух-трех компонентов выходит на первый план обычно потому, что является новым, ранее не задействованным или слабо задействованным звеном. При этом приоритетное направление завершающегося периода не отмирает, оно продолжает полнокровно функционировать (если, конечно, не было ошибочным), но просто отходит на второй план как уже разработанное, внедренное, апробированное в повседневной практике и уступает первое место новому, требующему повышенного внимания.

При таком подходе периодизация не только намечает определенные вехи, но и наглядно демонстрирует развитие НТП, наращивание арсенала ее форм и методов разработки и реализации, прослеживает строительство ее системы как постройки некоего здания, когда последовательно добавляются новые этажи, корпуса и коммуникации. Чистая хронология в этом случае размыта, переходы от одного периода к следующему происходят плавно, без скачков, занимают некоторое время, иногда значительное, и от страны к стране при сохранении последовательности периодов, даты их точно не совпадают, как, собственно говоря, происходит в ходе эволюции большинства процессов развития общества в целом.

Первым периодом, естественно, является период институционализации НТП. Под институционализацией мы понимаем создание в системе государственной власти на разных уровнях специализированных органов, отвечающих за разработку и осуществление НТП, за управление национальной наукой. Форма, в которой они создаются, стиль их работы и отношения с научным сообществом зависят от общего характера системы власти в стране, от ее традиций и возможностей на конкретный момент времени. Если рассмотреть идеальную схему, то отвечающие за науку учреждения должны быть сформированы в центре, в регионах и на местах в двух ветвях государственной власти – законодательной и исполнительной. В первой из этих ветвей наиболее распространенная институциональная форма – это комитеты, подкомитеты или комиссии в составе парламентских органов; во второй – министерства или их аналоги, либо совершенно самостоятельные, либо совмещающие управление наукой с управлением какой-то другой отраслью, например промыш-

ленностью или образованием, иногда торговлей, внешней особенно. Это в центре, а в регионах и на местах – примерно то же самое, но в меньших масштабах. Однако близкий к идеальному полномасштабный вариант нигде не возникает одновременно, процесс его создания занимает длительный период времени. К тому же организационная структура органов управления наукой, как и любая другая бюрократическая система, постоянно несколько меняется, достраивается, периодически сокращается, а затем вновь разрастается – конца этим переменам нет. Но для первого периода развития НТП, когда именно институализация является основной, приоритетной задачей, полномасштабный вариант не требуется и не складывается. Для этого периода достаточно организовать основные центральные органы в правительстве и в парламенте, которые, с одной стороны, становятся «точками роста» системы государственного управления наукой, а с другой – как бы официально, юридически знаменуют выделение НТП в самостоятельную специфическую отрасль управления национальным хозяйством.

Условия для решения такой задачи в странах – участницах Второй мировой войны были далеко неодинаковы, хотя правительства всех этих стран прекрасно понимали новую роль научно-технического потенциала в развитии хозяйства. О приобщении к науке одной из стран-победительниц – США – мы уже говорили. Это, кстати говоря, была единственная из стран-участниц, территория которой от войны не пострадала, а экономика в военные годы получила мощный стимул к быстрому росту и эти условия успешно использовала. Остальные победившие страны в большей или меньшей степени были разрушены, а побежденные вообще лежали в руинах (Германия, Япония). Но и они знали, почему проиграли.

«До войны Япония в техническом отношении была страной среднего уровня развития... Как в области фундаментальных исследований, так и в области прикладных конструкторских разработок Япония зависела от Западной Европы и США... О различии технических уровней Японии и США говорит, к примеру, тот факт, что, хотя Япония концентрировала все усилия на военной технике... эффективность действий японской военно-морской авиации достигала лишь 30% против 80% у самолетов военно-морских сил США. Таким был разрыв в технических уровнях обеих стран в 1945 г.» (5,

с. 45). Ни перед войной, ни в ходе ее японцы не сумели толком наладить массовое производство ни самолетов, ни грузовых автомашин. «Каждый японец помнит, как во время войны наша промышленность выпускала бесчисленное количество самолетов, которые были не в состоянии продержаться в воздухе достаточно долго, чтобы хотя бы только встретить противника и сразиться с ним. Многие подававшие большие надежды юноши были обречены на смерть в водах Тихого океана из-за того, что внешне столь жесткий технический контроль продукции на наших заводах был лишен научной основы» (цит. по: 6, с. 17).

Германия до 30-х годов XX в. была самой передовой в научном отношении державой. Американцы ездили учиться в немецкие университеты. В Германии обучались многие специалисты из СССР. Но гитлеровский режим значительно обескровил немецкую науку, множество ведущих физиков, математиков, химиков вынуждены были бежать из страны, в основном в США. Гитлеровское руководство недооценило перспективы ядерного оружия, проиграло американцам на этом участке научного фронта, хотя до войны немцы лидировали. В войне с СССР Германия не смогла противопоставить советским реактивным установкам какого-либо равного по своей мощи аналога, ее танки уступали знаменитому Т-34. Германские подводные лодки, несмотря на то что подводному флоту уделялось первостепенное внимание, не смогли остановить караваны американских транспортов, производство которых США развернули уже в ходе войны и которые доставляли Великобритании и СССР крайне необходимое им вооружение, грузовики, продукты питания и пр. Изобретение британцами радара помогло им выиграть «битву за Англию» и в значительной мере нейтрализовать немецкую авиацию, а в конце войны – ракеты Фау-1 и Фау-2. Короче говоря, германский научно-технический потенциал уступил потенциалу союзников по антигитлеровской коалиции. Немецкая наука до сих пор не восстановила свои позиции, подорванные гитлеризмом.

Во второй половине 40-х годов институционализация науки была приоритетной задачей для всех. Формы она приняла различные. В странах, где государство относится к «дирижистскому» типу (Япония, Франция), вопрос решался быстрее и проще. Во Франции было создано Министерство

науки. Его позже то сливали, то вновь разъединяли с Министерством образования, но всегда оставался единый национальный центр управления научно-техническим развитием. В Японии, где после войны вся система власти претерпела принципиальные изменения, опека фундаментальной науки и руководство соответствующими государственными НИИ и лабораториями сосредоточились в одном из управлений аппарата премьер-министра, а управление прикладными исследованиями и разработками – в Министерстве внешней торговли и промышленности. Специального министерства науки не создавалось. В Германии такие министерства организовали как в федеральном центре, так и в землях, а в Великобритании руководство наукой в центральном правительстве было самостоятельной частью Министерства образования. Кроме того, там была создана система из пяти так называемых исследовательских советов по отраслям наук, которые получали от министерства деньги и распределяли их на конкурсной основе между субъектами ИР, в первую очередь, между университетами. Для последних эти средства были дополнительными, предназначенными только на ИР. Основные деньги – на содержание университета – выделяло министерство. Как ни странно, но дольше других стран с институционализацией науки в составе центрального правительства провозились США. Там несколько лет (до 1950 г.) шла борьба между президентом, конгрессом и научным сообществом, которое за годы войны обрело большую силу. Борьба тянулась четыре года, причем принимала порой достаточно острые формы. На первый проект закона о Национальном научном фонде (ННФ) президент Трумен наложил вето, так как в нем не обеспечивалось конституционное право президента осуществлять контроль за исполнением законов, научному сообществу отводилось первое место, и оно получало слишком много прав в управлении самим собой. Пока шли споры, возникшие в ходе войны научные управления в Министерстве обороны, Министерстве энергетики, сельского хозяйства, здравоохранения успели укрепиться, и когда наконец ННФ был учрежден, на его долю остались только фундаментальная наука и проблема подготовки научных кадров высшей квалификации (аспирантура, докторантура). Система управления наукой в целом получилась децентрализованной по отраслевым министерствам при довольно слабой координации.

рующей роли аппарата президента, где долго варьировались разные формы такой координации. Впрочем, американцы традиционно питают недоверие к слишком централизованным управляющим системам (говорят, это – наследие борьбы с английской монархией за независимость), предпочитая везде, где это возможно, создавать системы с элементами конкуренции, хотя это (во всяком случае, при управлении наукой) чревато дублированием функций и соответственно снижением эффективности использования выделяемых бюджетом средств. Тем не менее единого министерства науки в США нет, хотя этот вопрос неоднократно поднимался в конгрессе. Нет и централизованного бюджета науки, и с этой проблемой правительственные органы стараются справиться до сегодняшнего дня.

Создание специализированных комитетов по науке и технологии в парламентах, причем в каждой палате (если их две), затруднений и споров нигде не вызывало, и приблизительно за первое послевоенное пятилетие во всех странах первый период развития НТП, когда приоритетом была задача институционализации, завершился.

Из достижений первого периода главным является понимание необходимости государственного подхода к руководству наукой, ее планированию и прогнозированию, понимание НТП как специфичной отрасли государственной деятельности, которой должны заниматься специализированные государственные органы. Это можно считать первым краеугольным камнем в здании национальной НТП и одной из основных характеристик современной парадигмы научно-технического развития.

Второй период, содержание которого в значительной мере являлось следствием первого, – это время бурного количественного роста капиталовложений в науку и самой сферы «наука – техника», числа ученых и инженеров, числа научных организаций и т.д. От военных лет страны получили богатейший научный задел (атомную энергию, совершенно новую электронику, первые шаги электронно-вычислительной техники, ракеты, новые телекоммуникационные системы и многое другое), который был неизмеримо богаче того научного багажа, которым они располагали до войны. Кроме того, война «горячая» вскоре сменилась «холодной» войной, развернулась невиданная по масштабам гонка вооружений,

ускоренные темпы развития техники сохранялись. И правительства, и частные фирмы наращивали расходы на исследования и разработки (ИР) небывалыми темпами, видя в этом залог государственной безопасности и конкурентоспособности на мировом рынке.

Один из видных деятелей американской промышленности послевоенного периода Г. Фусфелд так описывает ситуацию тех лет: «В 50-х и 60-х годах происходил энергичный рост промышленных исследований, включая создание новых лабораторий. Граничащая с энтузиазмом готовность высших руководителей промышленности связать будущее своих фирм с разработкой новой продукции и новых производственных процессов, требующих крупных и успешных усилий исследовательских подразделений, была прямым следствием уверенности, обретенной в результате плодотворного использования новой технологии во время Второй мировой войны. У всех было чувство, что наука и технология дают ключ к повышению качества жизни, что именно исследования и разработки являются основой роста и благополучия корпорации» (7, с. 120).

В связи с бурным увеличением государственных расходов на ИР (их темпы роста намного превышали темпы увеличения всех других статей бюджета, в том числе военных) появлялись даже некоторые курьезные расчеты: «Нынешние федеральные расходы на ИР, – писал журнал “Сайенс” в 1960 г., – составляют... около 10% федерального бюджета и примерно 1,6% ВВП... Темп роста нашего бюджета, используемого на науку за последние 10 лет, равнялся в среднем 10% в год, что соответствует периоду удвоения 7 лет. Поскольку период удвоения ВВП равен приблизительно 20 годам, то при сохранении приведенных соотношений через 65 лет мы будем тратить на ИР все свои деньги» (8, с. 162). Расчет, разумеется, только иллюстративный, но тенденцию он высвечивает ярко. Недаром же многие экономисты и ученые США, Англии, Франции называют время с конца 40-х до конца 60-х – начала 70-х годов прошлого столетия «золотым веком» науки в этих странах – столь щедро ее в это время финансировали и столь активно расширяли.

Второй период кладет в здание НТП еще один краеугольный камень: промышленно развитая страна должна

иметь «большую» сферу «наука – техника» и соответствующим образом ее оплачивать.

Но «золотой век» не мог длиться вечно. Ресурсы, которые фирма или государство могут выделить на науку, ограничены (см. раздел 1.2.).

К тому же к концу 60-х годов эйфория послевоенных лет уступила место некоторому разочарованию. «Золотой дождь», хотя наука и техника в ряде отраслей довольно быстро прогрессировали, все же не вызывал немедленно такого же интенсивного «дождя открытий», каждый шаг вперед давался труднее и требовал больше средств, чем предыдущий. А тут еще подоспели и знаменитые «нефтяные шоки» 70-х годов, которые потрясли всю мировую экономику и крайне затруднили финансовое положение ведущих корпораций и целых государств.

В результате воздействия всех перечисленных факторов претерпевает изменение и государственная НТП развитых стран. Второй период «вольного» и богатого финансирования, период развития главным образом вширь примерно к концу 60-х – началу 70-х годов (в разных странах с некоторыми сдвигами по времени) завершается. Начинается третий период, который привносит в НТП трезвость, расчетливость и активный поиск наиболее эффективных форм организации ИР. Можно сказать, что акцент переносится с экстенсивного на интенсивный путь развития.

Интенсификация НТП, переход от фактически неограниченного финансирования по всему фронту науки к выбору приоритетных направлений, стремление найти и внедрить наиболее эффективные формы организации ИР; расширение использования в этом качестве так называемых «национальных программ», в рамках которых объединялись возможности государственного, академического и частного секторов; поощрение кооперативных ИР, тесной кооперации университетов и частного капитала, появление кооперативных исследовательских центров – все это служит лейтмотивом третьего периода развития НТП, значительно пополнившего ее инструментарий.

Кроме того, следствием поиска экономической эффективности является включение в число опекаемых государством новых видов ИР и новых стадий нововведенческого цикла. Ранее государство считало себя ответственным лишь за

фундаментальную науку, а прикладные ИР рассматривались как зона исключительной компетенции частного промышленного сектора (кроме таких крупномасштабных проектов, как освоение космоса, ядерной энергии, создание больших ускорителей элементарных частиц и т.п., требовавших таких масштабных вложений и концентрации усилий, какие по плечу только государству). Теперь, когда разрушенные войной страны восстановились, все более обострявшаяся конкуренция заставила государство распространить свою опеку на все доконкурентные стадии нововведенческого цикла, от фундаментальной идеи до разработки прототипа изделия, хотя это и потребовало пересмотра таких основополагающих установок «свободного» капитализма, как антимонопольные законы и принцип равных возможностей. Пересмотр произошел, демонстрируя гибкость современного развитого общества и его способность приспосабливаться к изменяющимся объективным факторам развития.

Некоторые конкретные новые интенсивные формы организации ИР появились в арсенале НТП еще до третьего периода, другие «расцвели» и получили широкое распространение позднее, однако их поиск, осознание необходимости нового подхода находились на переднем плане именно на данном временном отрезке, на третьем этапе формирования «здания» НТП.

Третий период заканчивается приблизительно в начале 80-х годов. При желании хронологической вехой можно считать провозглашение президентом США Рейганом в январе 1982 г. политики «нового федерализма». Суть этой политики состояла в перераспределении функций по управлению научно-техническим развитием между федеральным правительством и правительствами штатов в пользу последних. Нисколько не ослабляя усилий на освоенных направлениях, активно используя весь накопленный арсенал НТП, правительства развитых стран переносят центр тяжести на вовлечение регионов, региональных и местных властей в «научофикацию» страны. Шаг вполне естественный по крайней мере по двум причинам. Во-первых, до этого времени основные исследовательские силы и объемы ИР сосредоточивались в отдельных, сравнительно небольших по сравнению с государством в целом, районах. Например, в США наука была сосредоточена в Силиконовой долине, в районе шоссе 128 (около Бос-

тона), в Треугольном научном парке Северной Каролины и в ряде престижных университетов. В Японии – это регион Токио – Осака, где к началу 80-х годов, по данным Министерства внешней торговли и промышленности, было сосредоточено 80% всех промышленных и государственных исследовательских лабораторий, 70% научных работников страны и 60% профессорско-преподавательского состава вузов (9, с. 183). Здесь же располагалось и большинство предприятий наукоемких отраслей – 82% предприятий оптической и электронной промышленности, 77% авиационных производств, 66% компьютерного производства и т.д. (9, с. 429). Во Франции наука и наукоемкая промышленность в основном концентрировались в департаменте Иль де Франс, в Париже и вблизи него. Аналогичная ситуация сложилась в Великобритании («Корridor М4» от Лондона на северо-восток, Центральная Шотландия, Глазго – Эдинбург), в ФРГ, Италии и других странах. В «регионах науки» стало тесно: плотность населения очень велика, транспортные артерии перегружены, цены на жилье очень высокие, много экологических проблем. В то же время здесь был накоплен прекрасный опыт развития науки и техники, взаимодействия университетов, промышленности и государственных научных учреждений, создания мелких и средних наукоемких фирм.

Во-вторых, развитие остальных областей, которые в определенной степени равнялись на регионы науки, постепенно подготовило их к использованию опыта, накопленного «образцами». А общий подъем экономики, перевод ее на научные рельсы, необходимый для выживания в условиях обострения конкуренции между развитыми странами, в условиях появления на мировом рынке «новых тигров» – Южной Кореи, Тайваня, Малайзии и др. – с их дешевой рабочей силой настоятельно требовал распространения этого опыта по крайней мере на большую часть территории страны.

Приоритетность регионального аспекта НТП на данном этапе проявилась для США уже в упомянутом «новом федерализме», в появлении региональных программ научно-технического развития, в бурном росте числа научных парков, технополисов, инкубаторов. В стране появились «Силиконовый пляж», «Силиконовая роща», «Силиконовый коридор» и т.д. Почти все штаты включились в орбиту НТП на федеральном уровне и в процесс формирования собственной действенной

НТП. В Японии регионализация НТП вылилась в охватившую практически все префектуры страны программу технополисов (закон о технополисах японский парламент принял в апреле 1983 г.). Во Франции в 1982 г. был принят закон «О планировании развития науки и технологии», и в соответствии с этим законом центральное правительство и коммуны департаментов разработали подробные схемы специализации каждого региона на тех или иных наукоемких отраслях хозяйства с учетом традиций, имеющегося научно-технического потенциала и рационального разделения труда между регионами. Для всех департаментов были определены приоритетные отрасли новой техники, в развитии которых они должны стремиться достичь результатов мирового уровня, и традиционные отрасли хозяйства, подлежащие обновлению на базе новейших технологий. Новый импульс получили уже созданные к этому времени технополисы в районе Гренобля и на знаменитом Лазурном Берегу, неподалеку от Ниццы. «Где только нет теперь технополисов? – писала в 1985 г. газета французских деловых кругов “L’Usine Nouvelle”. – Научные парки, кишасшие высокотехнологичными предприятиями, становятся жестким императивом для муниципалитетов, ищущих пути создания новых рабочих мест и повышения занятости» (10, с. 415). Всего в Западной Европе к 1988 г. было более 200 научных парков, из них 163 действующих, 26 строились, остальные находились на разных стадиях планирования (11, с. 91). Только в парках Великобритании, Франции и ФРГ в том году работали около 53 тыс. человек (там же, с. 95–96). О быстрых темпах развития этого процесса говорит тот факт, что в 1985 г. число работающих в научных парках этих трех стран составляло немногим более 16 тыс. (там же, с. 94).

Говоря о парках и инкубаторах, мы подчеркиваем одну из важнейших граней регионализации НТП – вовлечение в процесс «наукофикации» общества малых и средних фирм. Этот контингент предприятий иногда недооценивают, а они (а не гиганты типа «Форда» или «Сони») обеспечивают основное (до двух третей) число рабочих мест в стране и по крайней мере половину ВВП. А по части нововведений они гораздо подвижнее, быстрее приспосабливаются к меняющимся условиям рынка, имеют гораздо лучшие удельные экономические показатели, чем крупные концерны. Например, в США стоимость ИР, приходящаяся на каждый доллар

объема продаж, на больших фирмах примерно вдвое выше, чем на малых, большие получают от федерального правительства 33% своих фондов на ИР, а малые – только 21%, на одного ученого или инженера малые фирмы затрачивают вдвое меньше средств, чем большие (12, с. 154). Недаром в США в составе федерального правительства создана Администрация малого бизнеса, специально опекающая этот сегмент хозяйства и контролирующая программы помощи ему в виде грантов, юридической защиты, консультаций. Согласно принятому Конгрессом в 1982 г. «Закону о развитии инновационного потенциала малого бизнеса» все правительственные министерства, ведущие ИР, должны выполнять часть своих проектов силами малого бизнеса, благодаря чему последний получает заказы на миллионы долларов.

Региональные программы НТП обычно включают в себя мероприятия, проводимые в рамках департаментов, префектур, земель, графств, штатов и т.д. и направленные на:

- создание или совершенствование образовательного потенциала, обеспечивающего подготовку квалифицированных кадров, владеющих новыми наукоемкими технологиями;

- укрепление научного потенциала вузов и создание новых или расширение существующих исследовательских организаций;

- содействие развитию всех форм предпринимательской деятельности, особенно в наукоемких отраслях, как путем создания новых фирм, так и за счет привлечения на свою территорию предприятий из других регионов и из-за рубежа;

- создание современной инфраструктуры, обеспечивающей высокое качество жизни, включая экологическую безопасность.

Таким образом, четвертый период развития НТП привнес в ее систему два новых важнейших элемента – региональный аспект и опеку малого и среднего бизнеса. Без этого НТП не могла бы ни географически охватить национальную экономику, ни проникнуть «вглубь» ее до малых фирм на местах, создавая тем самым базу для структурной перестройки всего хозяйства на наукоемкой основе.

Наконец, нынешний, пятый период эволюции НТП – с конца 80-х годов и по сегодняшний день – в какой-то мере завершает строительство ее «здания». За предыдущие периоды, начав с организации специализированных центральных

органов в первые годы после Второй мировой войны и с опеки только первого звена нововведенческого цикла – фундаментальной науки – и только двух секторов – государственного и академического, пройдя этап экстенсивного роста и затем период поиска и освоения интенсивных форм организации ИР, поощряя кооперацию секторов и тем самым распространяя свое влияние на частный промышленный сектор, включив затем в свою орбиту регионы и местные органы власти, а также малые и средние предприятия, на последнем этапе предлагаемой периодизации государственная НТП обретает по отношению к сфере «наука – техника» всеобъемлющий характер, т.е. охватывает и все три сектора науки, и все стадии процесса нововведений – фундаментальные исследования, прикладную науку, разработку и даже этап внедрения новинок в производство, выход с новой продукцией на рынок, внутренний и мировой. Именно на поддержке этой последней стадии, на внедрении научных и технологических новинок в практику делается основной акцент на современном этапе. Государственная НТП США, стран Европейского союза за 90-е годы становится сбалансированной с точки зрения поддержки как создания новых технологий, так и их потребления, равного внимания к субъектам и той и другой фазы нововведений. Такого рода поворот, акцент на потребителя был основательно подготовлен в 80-х годах юридически и политически. В этот период в США было принято семь законов, устранявших юридические препоны на пути кооперации в сфере ИР и передачи технических достижений из государственного сектора в частный промышленный. Заключительным аккордом этой серии законодательных актов был «Закон о передаче технологий в интересах национальной конкурентоспособности» от 1989 г. (The National Competitiveness Technology Transfer Act), который обязывал все государственные исследовательские учреждения и управляющие ими министерства развернуть работы по внедрению своих разработок в промышленность, ибо, как отмечалось в преамбуле закона, «...основой экономического, экологического и социального благосостояния граждан Соединенных Штатов является уровень развития технологии и нововведений в производстве» (12, с. 205). Закон подробнейшим образом регламентировал порядок передачи технологий, материального вознаграждения авторов изобретений, порядок продажи лицензий част-

ным фирмам, причем с представлением покупателю исключительного права использования покупки. Последнее очень важно, так как иначе у фирм не было заинтересованности в приобретении лицензий: такую же покупку могли сделать конкуренты. В 1991 г. каждое министерство, имеющее в своем распоряжении исследовательские лаборатории, было обязано выделять на работу по внедрению нововведений не менее 0,5% своего бюджета ИР.

Пришедшая в 1992 г. к власти администрация президента Клинтона сделала поддержку национальной промышленности и использование достижений науки и техники для обеспечения конкурентоспособности и экономического роста одним из лейтмотивов как своей избирательной кампании, так и своего правления. Ярким примером реализации этой политики в 90-х годах стали соглашения между государственными центрами ИР и промышленными компаниями о кооперации в создании новых видов продукции (Cooperative research and development agreement). Число таких соглашений в 1990 г. составило 460. К середине 90-х годов (1996) оно достигло 3688. Затем стабилизировалось на уровне порядка 3200 соглашений в год. В рамках этих соглашений за последние годы получено в среднем по 3816 патентов на изобретения в год. Гослаборатории продают ежегодно несколько сотен лицензий, в 1998 г. было продано 520 (13, с. 2–38). Вторым характерным для НТП 90-х годов примером может служить деятельность Министерства торговли США. Поскольку в Соединенных Штатах нет министерства науки или министерства промышленности, поддержка последней поручена Министерству торговли, традиционно занимающемуся стандартизацией, обеспечением единства мер и весов и достаточно тесно контактирующему с производственной сферой. В этом министерстве было организовано Управление технологии, руководитель которого имеет ранг заместителя министра. Управление с начала 90-х годов развернуло ряд программ, нацеленных на повышение конкурентоспособности американской промышленности за счет использования новейших достижений науки и техники. Непосредственно ведет эти программы подчиненный Министерству торговли Национальный институт стандартов, который переименовали в Национальный институт стандартов и технологии (НИСТ). Одной из основных является программа создания региональных центров производствен-

ных технологий. Сеть таких центров охватывает основные промышленные штаты страны. Их главная задача – передача технологий, разработанных в университетах, правительственных лабораториях и в самом НИСТ, предприятиям средних и малых фирм, расположенных в обслуживаемом центром регионе. Проводятся обследования предприятий, оказывается информационная, консультативная и даже прямая материальная помощь в переоснащении производства, повышении его технического уровня на базе наукоемких технологий: использования вычислительной техники, новой контрольно-измерительной аппаратуры, систем автоматического проектирования деталей, робототехники, гибких автоматизированных обрабатывающих комплексов и т.п.

Аналогичные акценты прослеживаются в НТП других развитых стран – в Западной Европе и в Японии. «Несмотря на различия в традициях, конкретных условиях и возможностях, – пишет, например, Н. Вонортас (N. Vonortas), сотрудник Центра изучения международной научной и технической политики в составе факультета экономики Университета им. Джорджа Вашингтона, – как в США, так и в ЕС за 90-е годы сложилась в основном сходная философия по отношению к технологиям и инновациям. Оба региона предприняли серьезные усилия, чтобы сбалансировать созидательную и потребительскую стороны традиционной технологической политики. По обе стороны Атлантики она фокусируется сегодня на проблеме экономического роста в большей, чем когда-либо степени... Она должна быть сосредоточена на вопросах производительности и экономического развития частного сектора (т.е. потребителя технологий). Это, в свою очередь, означает, что государство более не является потребителем своих собственных разработок, как это было при ориентированной на оборону системе ИР, а призвано помогать частным фирмам конкурировать на мировых рынках» (14, с. 105–106). Японии перестраивать свою государственную НТП, по сути дела, не требовалось: установка на экономический рост и поддержку национальной промышленности красной нитью проходит в ней на протяжении всего послевоенного периода.

Таким образом, современный этап практически завершил строительство систем НТП в развитых странах современного мира. Сегодня она охватывает всю сферу науки и

техники, располагает богатым арсеналом разнообразных инструментов реализации принятых решений, методологией их разработки, разнообразными эффективными формами организации ИР. Более того, на научную основу перешли или переходят ныне все прочие направления деятельности государства, его экономическая, внешняя, оборонная и социальная политика. НТП в какой-то мере становится базой, на которую все эти виды государственной политики опираются.

Лейтмотивом НТП последних лет, самого конца XX и начала XXI в. является ее инновационная составляющая, использование научного потенциала для интенсивного развития наукоемких технологий во всех отраслях хозяйства и инноваций во всех сторонах жизни человека. Роль наукоемких технологий сегодня столь значительна, что они заслуживают отдельного рассмотрения.

1.2. Наукоемкие технологии и их роль в современной экономике

Во второй половине XX в. сформировалась особая категория технологий, отраслей промышленности и изделий, которые получили название «наукоемких» или «высокотехнологичных» (high technology), как их обычно называют в зарубежной литературе. Что это за категория? Чем она отличается от прочих технологий, какую роль играет в национальной экономике, как выглядят мировой потенциал наукоемких отраслей и мировой рынок наукоемкой продукции? Попытаемся кратко ответить на эти вопросы.

Прежде всего, необходимо определиться с терминологией. В английских источниках слово «technology» употребляется весьма широко. В одних случаях оно относится к состоянию уровня развития техники на каком-то этапе развития общества, в других – к способу производства какой-либо продукции, а также к отрасли, эту продукцию изготавливающей, и даже к самой продукции без четкого разграничения трех последних вариантов.

В нашем случае под технологией понимается совокупность методов и приемов, применяемых на всех стадиях разработки и изготовления определенного вида изделий. А наукоемкость – это один из показателей, характеризующих

технологии, отражающий степень ее связи с научными исследованиями и разработками. Наукоемкой мы называем ту технологию, которая включает в себя объемы ИР, превышающие среднее значение этого показателя технологий в определенной области экономики, допустим, в обрабатывающей промышленности, в добывающей промышленности, в сельском хозяйстве или в сфере услуг.

Отрасль хозяйства, в которой преобладающее, ключевое значение играют наукоемкие технологии, относится к числу наукоемких отраслей. В качестве примеров мы рассмотрим две отрасли – обрабатывающую промышленность и сферу услуг. Наукоемкость отрасли обычно измеряется как отношение затрат на ИР к объему сбыта. Нередко используется и другой показатель – отношение численности ученых, инженеров и техников, занятых в отрасли, к объему сбыта. Наконец, наукоемкой продукцией являются изделия, в себестоимости или в добавленной стоимости которых затраты на ИР выше, чем в среднем по изделиям отраслей данной сферы хозяйства.

Надо отметить, что термины и понятия, относящиеся к наукоемкости технологий, отраслей и изделий, еще не устоялись, они не стандартизованы, как не стандартизованы и методики определения такого показателя. Это обстоятельство отмечается многими авторами. Так, составители доклада «Индикаторы науки и техники», представляемого раз в два года президентом США Конгрессу и считающегося одним из наиболее авторитетных справочников такого рода в мире, признают в издании 2000 г.: «Какой-либо одной предпочтительной методологии идентификации высокотехнологичных отраслей промышленности не существует» (15, гл. 7, с. 4).

Какие конкретно отрасли промышленности можно отнести сегодня к наукоемким? Как уже отмечалось, стандартизированной классификации промышленных производств по данному признаку не существует, и у разных авторов можно встретить несколько различающиеся перечни. Наиболее авторитетным в этом вопросе источником является, на наш взгляд, Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), куда входят все передовые промышленно развитые страны. В начале 90-х годов эта организация выполнила подробный анализ прямых и косвенных расходов на ИР в 22 отраслях промышленности 10 стран – США, Японии, Гер-

мании, Франции, Великобритании, Канады, Италии, Нидерландов, Дании и Австралии. В расчетах учитывали затраты на науку, численность ученых, инженеров и техников, объем добавленной стоимости, объемы сбыта продукции, долю каждого сектора в общем объеме производства этих стран. При определении косвенных затрат использовался аппарат так называемой «производственной функции». В конечном счете к числу наукоемких были отнесены четыре отрасли: 1) аэрокосмическая; 2) производство компьютеров и конторского оборудования; 3) производство электронных средств коммуникаций; 4) фармацевтическая промышленность.

Анализ, выполненный ОЭСР, вполне убедителен, и высокая наукоемкость перечисленных отраслей сомнений не вызывает. Думается, однако, что перечень можно было бы значительно расширить. Целый ряд новых наукоемких отраслей (производство новых материалов, высокоточного оружия, биопродукции и др.) не попали в перечень потому, что в стандартных классификаторах им не выделяется отдельной рубрики, а все статистические материалы собираются и публикуются с учетом указанных классификаторов. Перечень ОЭСР поэтому следует рассматривать не как исчерпывающий, а как представительную выборку наукоемких отраслей промышленности, достаточную для того, чтобы выявить их особенности, роль в экономике развитых стран и ситуацию на мировом рынке наукоемкой продукции.

Более полный перечень наукоемких технологий и товаров разработан Статистическим управлением США (U.S. Bureau of the Census).

1. Биотехнология – лекарственные препараты и гормоны для сельского хозяйства и медицины, созданные на основе использования достижений генетики.

2. Медицинские технологии, отличные от биологических, – ядерно-резонансная томография, эхокардиография и т.п., соответствующие аппараты и приборы.

3. Оптоэлектроника – электронные приборы, использующие свет, такие как оптические сканеры, лазерные диски, солнечные батареи, светочувствительные полупроводники, лазерные принтеры.

4. Компьютеры и телекоммуникации – компьютеры, их периферийные устройства (дисководы, модемы), централь-

ные процессоры, программное обеспечение, факсы, цифровое телефонное оборудование, радары, спутники связи и т.п.

5. Электроника – интегральные схемы, многослойные печатные платы, конденсаторы, сопротивления.

6. Гибкие автоматизированные производственные модули и линии из станков с ЧПУ, управляемых ЭВМ; роботы, автоматические транспортные устройства.

7. Новые материалы – полупроводники, оптические волокна и кабели, видеодиски, композиты.

8. Аэрокосмос – гражданские и военные самолеты, вертолеты, космические аппараты (кроме спутников связи), турбореактивные двигатели, полетные тренажеры, автопилоты.

9. Вооружение – управляемые ракеты, бомбы, торпеды, мины, пусковые установки, некоторые виды стрелкового оружия.

10. Атомные технологии – атомные реакторы и их узлы, сепараторы изотопов и т.д. (15, гл. 7, с. 12).

В сфере услуг к наукоемким относятся пять отраслей: современные виды связи, финансовые услуги, образование, здравоохранение и бизнес-услуги, которые включают разработку программного обеспечения, контрактные ИР, консультативные, маркетинговые и прочие услуги, используемые при организации и ведении бизнеса.

Что *отличает* наукоемкие отрасли от прочих помимо самого показателя наукоемкости? Прежде всего, следует отметить высокие *темпы роста*, которые эти отрасли демонстрировали в последние десятилетия прошлого века и продолжают демонстрировать сегодня. В период с 1980 по 1997 г. средний годовой прирост объемов наукоемкого обрабатывающего производства в мире составлял, с поправкой на инфляцию, 6,2%, тогда как в прочих обрабатывающих отраслях он был равен 2,7% (43). Особенно быстро наукоемкие отрасли развивались в 1994–1997 гг. Годовой прирост в эти годы превышал 11% – в четыре раза больше, чем в остальных отраслях обрабатывающей промышленности. В 1980 г. наукоемкая продукция занимала 7,1% объема мирового выпуска этой промышленности, а в 1997 г. доля наукоемкой продукции достигла 11,9%. В период 1986–2005 гг. наукоемкие отрасли промышленности ежегодно росли на 6%, что вдвое быстрее других отраслей. В 2005 г. их вклад в общий объем

мирового промышленного производства составил 18% (в 1981 г. – 10%) (37, с. 6–12).

Наиболее интенсивно структурная перестройка промышленности в пользу наукоемких отраслей происходила у двух групп стран. Первую составили признанные технологические лидеры – США, Япония и Великобритания, а вторую – две азиатские страны из числа новых индустриализирующихся, как их называют, – Южная Корея и КНР. За 80-е годы доля наукоемких отраслей в промышленном производстве США и Великобритании выросла с 9 до 11%, а за 90-е годы поднялась до 14,7 у США и до 12% у Великобритании. У Японии в 1980 г. этот показатель был равен 8%, а в 1997 г. достиг 15,7%. За тот же период у Китая он составил, соответственно, 7 и 14,8%, а Южная Корея к 1997 г. догнала в этом отношении Японию – 15,8%. Это почти вдвое больше, чем у Франции или Германии, где доля наукоемких отраслей к концу 90-х годов равнялась примерно 8% (1, гл. 7, с. 6). Но и 8% – это достаточно высокий показатель. Таким образом, наукоемкие отрасли вносят весомый вклад в промышленное производство в целом, и вклад этот растет, причем растет опережающими по отношению к прочим отраслям промышленности темпами.

Интенсивный рост характерен и для наукоемких отраслей сферы услуг, и (в основном за счет этих отраслей) для сферы услуг в целом. Во второй половине XX в. в передовых странах она выходит на первое место как по численности работающих, так и по своему вкладу в ВВП. Например, в 1959 г. ее доля в ВВП США составляла 49%, и это уже было больше доли любого другого сегмента экономики, а в 1997 г. сфера услуг обеспечивала практически две трети (64%) американского ВВП. Доход наукоемких отраслей сферы услуг в период с 1980 по 1997 г. возрастал в среднем на 4,6%. Это несколько меньше, чем в наукоемких отраслях обрабатывающей промышленности, но почти в два раза больше, чем в остальных промышленных отраслях. В мировом масштабе объем продаж наукоемких услуг в 1980 г. равнялся 3,4 трлн. долл. США. К 1990 г. он увеличился до 5,8 трлн. долл., а в 1997 г. превысил 7,4 трлн. (15, гл. 7, с. 7). В 2005 г. он поднялся до 11,5 трлн. долл. (37, гл. 6, с. 13). Среди пяти перечисленных отраслей первое место занимают бизнес-услуги. На них приходится 38% общего дохода. Далее следуют финансовые ус-

луги – 25%, за ними – услуги связи (телекоммуникаций и трансляций), доля которых насчитывает 20,9%, а замыкают пятерку услуги частного здравоохранения (частные клиники, врачи, сестры и пр.) и частного образования (частные школы, вузы и библиотеки), доля последнего – порядка 5–6% (там же).

Но быстрый рост и крупные объемы продаж – это не единственная характерная особенность наукоемких отраслей экономики. К числу таких особенностей относятся большая доля добавленной стоимости в продукции этих отраслей, высокий уровень заработной платы работников, крупные объемы экспорта. Но самое, пожалуй, главное – это инновационный потенциал, которым наукоемкие отрасли обладают в большей степени, чем остальные отрасли хозяйства. ИР и инновации органически связаны, именно инновации являются целью исследовательской деятельности наукоемких предприятий и организаций, работающих в остроконкурентной среде как на внутреннем, так и на международном рынках. Высокий уровень расходов на ИР – главный внешний признак наукоемкости отрасли или отдельного предприятия – это залог постоянной и интенсивной инновационной активности.

С инновационным потенциалом наукоемких отраслей связана еще одна их особенность – наукоемкие технологии являются благодатной почвой для возникновения и успешной деятельности малых и средних компаний.

Для наукоемких отраслей хозяйства, причем главным образом для малых предприятий этих отраслей, характерна также тесная связь с венчурным, т.е. рисковым, капиталом. Последний финансирует обычно малые молодые перспективные фирмы, нуждающиеся в средствах для организации производства какой-нибудь новинки, но не имеющие в силу тех или иных причин возможности воспользоваться обычными банковскими кредитами. В случае успеха фирмы венчурный капиталист с лихвой возмещает свои вложения и очень часто становится компаньоном или акционером своего клиента. Как правило, объектом венчурного финансирования становятся наукоемкие предприятия. Это хорошо видно на примере США, где рисковый капитал появился раньше, чем в других странах, и развит гораздо шире. В 1980 г. его объем составлял около 4 млрд. долл., а в 1998 г. достиг 84,2 млрд. Число американских компаний венчурного капитала исчисляется сотнями. Больше половины этого вида ресурсов (65%)

сосредоточено в трех штатах страны – Калифорнии, Массачусетсе и Нью-Йорке, т.е. в штатах, обладающих наибольшим научно-техническим потенциалом. Это уже достаточно показательно. А если посмотреть, в какие отрасли вкладывается венчурный капитал, то связь его с наукоемкими фирмами становится очевидной. В 1998 г. из отмеченных выше 84,2 млрд. долл. 34% было вложено в фирмы, разрабатывающие программное обеспечение компьютеров, 17 – в создание телекоммуникационных устройств, 5 – в производство полупроводников и других электронных приборов, 13 – в медицинское оборудование, 3 – в аппаратное обеспечение компьютерной техники и 6% – в биотехнологию. Таким образом, в наукоемкие отрасли ушло 78% общего объема вложений (15, гл. 7, с. 25).

В силу всех рассмотренных выше особенностей наукоемкие отрасли образуют сегодня лидирующую группу в экономике развитых стран, являются основным локомотивом экономического роста и позитивной динамики прочих показателей социально-экономического развития. А поскольку развитие любой отрасли напрямую зависит от объемов производства и продаж, между основными производителями наукоемкой продукции идет острая конкурентная борьба за рынки сбыта как в масштабах отдельных стран, так и на мировой арене, где наукоемкие отрасли выступают как ведущая сила столь актуальных процессов экономической глобализации. Так кто есть кто сегодня в мировом производстве и торговле наукоемкими технологиями и изделиями?

Оговоримся, что мы будем рассматривать только зарубежные страны. Ситуация в России очень сложна, в сфере науки, наукоемких технологий и наукоемкого производства былые достижения (космос, оружие, атомная энергия) только начинают возрождаться после длительного периода общего упадка, безденежья, масштабной утечки кадров и прочих бедственных обстоятельств, в которые российская наука попала в ходе развала социалистической (в советском понимании) системы хозяйства. Российский частный капитал сосредоточивается пока в областях, где прибыль дается сравнительно легко, в том числе в добывающей промышленности, продукция которой востребована на мировом рынке, в финансовой сфере, в торговле импортными товарами и т.д. А пока частный капитал не исчерпает легкие пути и не будет вынужден бороть-

ся за конкурентоспособность отечественной промышленности, наука России будет прозябать. Сегодня доля наукоемкой продукции российского производства в мировом выпуске много меньше 1%, национальные расходы на науку – около 1% от ВВП; в этом отношении мы находимся на уровне Новой Зеландии, Португалии, Греции.

Таблица 1

Доли ведущих стран в мировом производстве наукоемкой продукции, 1980–2005 гг. (%)

Страна	1980 г.	1990 г.	1997 г.	2001 г.	2005 г.
США	33	30	32	35	34,48
ФРГ	8	7	5,5	4,95–5	4,8
Великобритания	7	6	4,4	4,71	3,29
Франция	4,5	4	3	3,98	3,19
Италия	2,5	2	1	2,40	1,47
Япония	20	24	22	19,19	16,18
КНР	1,8	3,9	7,2	6,55	16,06
Южная Корея	0,8	2,4	3,7	3,67	3,63

Источник: 15, гл. 7, с. 8.

Динамика долей мирового производства (сбыта) продукции четырех наукоемких отраслей по классификации ОЭСР в период с 1980 по 1997 г. показана в табл. 1. На протяжении всего этого времени неоспоримое лидерство принадлежит Соединенным Штатам Америки, они производят почти треть мирового объема, причем положение США меняется незначительно, хотя из таблицы отчетливо видно, что имеет место перераспределение долей в пользу новых индустриальных стран – КНР и Южной Кореи. Их доли возросли более чем в три раза, в основном за счет стран Западной Европы. Второе место принадлежит Японии. Стагнация, характерная для японской экономики 90-х годов XX в., сказалась на показателях этой страны – ее доля сократилась на 2%. Разрыв между США и Японией значителен: 10–20% мирового объема производства – величина, превосходящая доли таких стран, как Великобритания и ФРГ вместе взятые, не говоря уже о других западноевропейских странах. Однако следует учитывать, что ВВП Японии примерно в три раза меньше, чем у США, по абсолютному значению (в 2005 г. соответственно 12,4 и 4,0 трлн. долл. в долларах 2002 г.) (37, с. Ab-I,

табл. 6-1), так что ее отставание – это скорее успех, чем поражение. Совокупная доля ведущих стран Западной Европы (ФРГ, Франция, Великобритания и Италия) меньше показателя Японии. Потеснили Западную Европу азиатские страны, которые очень интенсивно наращивали производство наукоемких товаров, в первую очередь компьютеров, на совместных с США или Японией предприятиях или расположенных в этих странах филиалах американских, японских и западноевропейских фирм.

Таблица 2

Доли ведущих стран в мировом производстве наукоемкой продукции по отраслям, 1997 и 2005 гг.

Страна	Отрасль производства			
	авиакосмическая техника	компьютерная техника	коммуникации	фармацевтика
1997 г.				
США	51	48	23	30
Япония	2	30	28	14
ФРГ	3	1	6	6
КНР	17	1	7	2
2005 г.				
США	49,37	23,9	34,4	32,2
Япония	6,9	5,6	22,7	13,14
ФРГ	8,26	2,7	2,7	5,88
КНР	6,4	3,5	15,25	19,0

Источник: 1997 г., 15, гл. 7, с. 9 и 2005 г., 37, с. А6-44–А6-48, табл. 6–11.

Если посмотреть по отдельным отраслям (табл. 2), то США доминируют в области авиации и космоса, обгоняют Японию по компьютерной технике и фармацевтике, но отстают в телекоммуникационном оборудовании. Япония, как и ФРГ, после войны долгое время (до 1954 г.) не имела права производить авиационную технику, поскольку авиационная промышленность – полувоенная отрасль. Соответственно, она отстала в этом секторе промышленности от США и Западной Европы, и после того, как запреты были сняты, не ставила перед собой задачи догнать их. Крупных пассажирских лайнеров и военных машин Япония не делает и сегодня. Она выпускает небольшие и средние транспортные самолеты и несколько моделей авиеток, которые считаются удачными и конкурентоспособными на мировом рынке. ФРГ собственных самолетов тоже не произво-

дит, но активно участвует в западноевропейских проектах. То же самое относится и к ракетной и космической технике. Япония, правда, имеет ракету-носитель и провела несколько запусков небольших спутников, но пока ее космический потенциал незначителен.

Почетное место в области авиакосмических технологий занимает КНР. Она входит в число полноправных «космических» держав. Правда, ее потенциал создан в основном с помощью СССР, но это не меняет того факта, что Китай имеет и ракеты-носители, в том числе тяжелые, и космодром, и свои искусственные спутники. КНР уже запускала пилотируемые корабли, и ее космонавты выходили в открытый космос, она также планирует полеты на Луну и к планетам Солнечной системы.

В области компьютерной техники мировое производство и сбыт в значительной степени монополизированы Америкой и Японией, вместе они имеют почти 80%, и конкурентов, способных их серьезно потеснить, пока не видно. Эти же страны лидируют и на рынках телекоммуникационного оборудования. Только здесь они поменялись местами: Япония заняла первое, а США – второе. В области фармацевтики США и Япония производят больше других стран, но Западная Европа в целом от них не отстает. Подчеркнем, что лидерство Америки и Японии по объемам производства и соответственно по долям в мировом производстве в сравнении со странами Западной Европы объясняется не столько техническим превосходством, сколько размерными физическими и демографическими параметрами стран – численностью населения и площадью территории. В этом состоит особенность абсолютных масштабных показателей. Технический уровень промышленности и сферы услуг передовых западноевропейских стран если и уступает американскому или японскому, то незначительно. А совокупные показатели Западной Европы в целом ряде отраслей сопоставимы с показателями лидеров, зачастую даже превосходят их, особенно Японию. Хорошей иллюстрацией могут служить данные табл. 3. Из нее видно, что Европа-4 (ФРГ, Франция, Великобритания и Италия) по двум основным видам наукоемких услуг – связь и бизнес – значительно опережает Японию и не так уж много уступает США. И перспективы у Европы есть. Напомним, что населе-

ние 23 стран, входящих в ЕЭС, составляет сегодня 495,1 млн. человек, а население США – 278,1 млн. (на 1 января 2007 г.)

Таблица 3

**Мировое производство наукоемких услуг по странам,
1997 и 2005 гг.**

Страны	Связь		Финансы		Бизнес		Образование ²⁾		Медицина ³⁾	
	трлн. долл.	%	трлн. долл.	%	трлн. долл.	%	трлн. долл.	%	трлн. долл.	%
1997 г.										
США	0,29	36,6	0,54	30,0	0,96	34,3	0,03	7,5	0,24	15,0
Европа-4 ¹⁾	0,18	22,5	0,4	22,2	0,78	27,9	0,06	15	0,28	17,5
Япония	0,12	15,0	0,16	8,9	0,41	14,6	0,10	25	0,55	34,4
Остальные страны	0,21	26,2	0,71	38,9	0,65	23,2	0,21	52,5	0,53	33,1
Всего	0,8	100	1,8	100	2,8	100	0,4	100	1,6	100
2005 г.										
США	0,43	38,6	0,8	27,6	1,44	42,0	0,52	40,6	0,66	38,4
Европа-4	0,17	16,9	0,3	12,1	0,76	22,5	0,25	19,5	0,33	19,4
Япония	0,1	8,7	0,34	15,0	0,41	12,3	0,05	2,6	0,23	13,2
Остальные страны	0,4	35,8	0,28	34,3	0,77	23,2	0,46	36,3	0,49	29,0
Всего	1,1	100	1,72	100	3,38	100	1,28	100	1,71	100

Источник: 15, т. I, гл. 7, с. 7; т. II, гл. 6, с. А6-16–А6-23; табл. 6–5.

¹⁾ В Европу-4 входят ФРГ, Франция, Великобритания и Италия.

²⁾ Частные образовательные учреждения и библиотеки.

³⁾ Частные клиники, частная врачебная и сестринская практика.

Солидные показатели объединенной Западной Европы можно также наблюдать по данным о мировом экспорте наукоемких товаров, представленным в табл. 4. В 1997 г. экспорт Европы-4 составил 175 млрд. долл., в 2,5 раза больше японского, и на 36 млрд., или в 1,3 раза, больше американского. На долю Европы-4 приходится 26,3% мирового экспорта, заметно больше, чем у США, продукция которых в основном потребляется внутри страны (американские фирмы удовлетворяют более 80% внутреннего рынка наукоемких товаров), и почти в 3 раза больше, чем у Японии. Если же взять экспорт по основным наукоемким отраслям, Европа-4 выглядит также более чем достойно. В авиакосмической отрасли деятельность концерна «Аэробас» и Европейского космического агентства позволила ей захватить более 42% экспортного рынка (США –

36%), а по компьютерной технике Европа-4 почти догнала Америку (16 и 17% соответственно).

То же самое – с экспортом телекоммуникационного оборудования (14 и 15%), Японию же по всем этим позициям Европа-4 обгоняет.

Таблица 4

**Мировой экспорт наукоемкой продукции по странам,
1997 и 2005 гг.**

Страна	1980 г.	1990 г.	1997 г.		2000 г.		2005 г.	
	млрд. долл.	млрд. долл.	млрд. долл.	% от мирового экспорта	млрд. долл.	% от мирового экспорта	млрд. долл.	% от мирового экспорта
США	37	86	139	18,1	249,7	17,8	262,1	11,6
Япония	20	56	70	9,1	149,9	10,7	204,7	9,1
Великобритания	20	32	64	8,3	80,0	5,7	85,7	3,8
ФРГ	15	33	53	6,9	97,4	6,9	157,0	6,9
Франция	8	20	44	5,7	69,4	4,9	83,7	3,7
Италия	2	10	14	5,4	25,9	1,8	29,8	1,3
Южная Корея	4	16	41	1,8	66,3	4,7	126,1	5,6
КНР	<1	4	13	1,7	121,5	8,6	440,1	19,5

Источник: 15, гл. 7, с. 10.

В таблице 4 хорошо просматриваются и еще два важных момента. Во-первых, очень быстрый рост объемов экспорта наукоемких товаров у всех производителей. У США они выросли в 3,75 раза; у Японии – в 3,5; у Великобритании – в 3,2; у ФРГ – в 3,5; у Франции – в 5,5, а у Италии – в 7 раз. Во-вторых, самые высокие темпы роста демонстрируют азиатские страны. Южная Корея увеличила свой экспорт более чем в 10 раз, а КНР – в 13 с лишним раз. Они в данном случае являются как бы представителями целой группы стран Юго-Восточной Азии, тоже увеличивающих производство на экспорт наукоемкой продукции чрезвычайно быстро, о чем уже говорилось. В число этих стран кроме Южной Кореи и КНР входят Сингапур, Тайвань, Малайзия, Индонезия. К примеру, Сингапур (площадь всего-то 0,7 тыс. км², а население – около 2 млн.) захватил почти 10% мирового экспорта

компьютерного оборудования. Индия выходит на одно из первых мест по производству программного обеспечения, в основном по заказам западных корпораций. К перечисленным странам приближается Таиланд. Азиатские «новые тигры», как их часто называют, специализируются на компьютерной сборке и производстве компьютерных узлов и коммуникационного оборудования. Доля РФ в мировом экспорте наукоемкой продукции в 2005 г. составила 1,8%.

Приведенные данные позволяют сделать три основных вывода.

1. Наукоемкие технологии и отрасли хозяйства являются сегодня основной движущей силой развития экономики, как в масштабах отдельно взятой страны или группы стран, так и в мировом масштабе. Это относится и к сфере производства, и к сфере услуг. К началу XXI в. в развитых странах четыре наукоемкие отрасли – аэрокосмическая, производство компьютеров и конторского оборудования, производство средств телекоммуникаций и фармацевтика – обеспечивали порядка 10–18% общего объема выпуска обрабатывающей промышленности, а наукоемкие отрасли сферы услуг – до 30% общего объема последних в стоимостном выражении. В 2005 г. стоимость оказанных в мире наукоемких услуг оценивалось в 11,5 трлн. долл. США.

2. Характерными особенностями наукоемких отраслей, определяющими их роль в экономике в целом, являются: темпы роста, в 3–4 раза превышающие темпы роста прочих отраслей хозяйства; большая доля добавленной стоимости в конечной продукции; повышенная заработная плата работающих; крупные объемы экспорта и, что особенно важно, высокий инновационный потенциал, обслуживающий не только обладающую им отрасль, но и другие отрасли экономики, порождающий «цепную реакцию» нововведений в национальном и мировом хозяйстве. Кроме того, наукоемкие отрасли являются приоритетным полем деятельности малых и средних фирм, а также основным объектом вложений рискованного капитала.

3. Ведущими центрами наукоемких технологий являются «три кита» современной мировой экономики – США, Япония и Западная Европа. Последняя по мере продвижения объединительного процесса в рамках ЕЭС заметно укрепляет свои позиции и в перспективе может по крайней мере сравняться с США. Совокупные показатели ЕЭС уже сегодня

значительно опережают японские. В последнее десятилетие заметным и в какой-то мере знаковым явлением на мировом рынке высоких технологий стало энергичное продвижение стран Юго-Восточной Азии и Китайской Народной Республики. В производстве вычислительной техники и телекоммуникационного оборудования они уже сегодня занимают солидные позиции и стремительно наращивают свою долю мирового рынка.

Глава вторая

ДИНАМИКА ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ, ФОРМИРУЮЩИХ ПАРАДИГМУ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В ХХI в. дальнейшее развитие наукоемких технологий, их проникновение во все отрасли производства и услуг, в повседневный быт людей является столбовой дорогой научно-технического и экономического прогресса. Ни одна страна, претендующая на заметную роль на мировой арене и стремящаяся к обеспечению экономического роста, повышению уровня и продолжительности жизни своих граждан, не сможет решить этих задач без концентрации усилий на совершенствовании, укреплении и максимально эффективном использовании своего научно-технического потенциала.

Однако задача эта весьма сложная во многих отношениях и требует для своего решения многостороннего ресурсного обеспечения всех составляющих научного потенциала – кадровой (в том числе образовательной), материальной, управленческой, информационной и т.д. Как мы уже отмечали, современная наука стоит дорого, и объем выделяемых на нее обществом средств – один из главных, если не самый главный, среди внешних параметров ПНТР.

2.1. О ресурсном обеспечении научно-технического прогресса

Вопрос о закономерностях, которым подчиняются научно-технический прогресс, а с ним и поступательное развитие всего общества, достаточно давно интересует общество-

ведов, его обсуждению посвящено немало иной раз очень кропотливых и трудоемких работ с подсчетами числа нововведений, открытий, их хронологии, распределения по отраслям науки и т.д. Нельзя сказать, что наука достигла в решении этой проблемы полной ясности, но основные характеристики процесса определены и хорошо согласуются с фактологией прошлого и практикой настоящего.

Еще в самом начале прошлого века Генри Б. Адамс (1838–1918), американский историк, внук второго по счету президента США Джона Адамса, сформулировал свой закон ускорения, согласно которому прогресс общества, в том числе и прогресс науки, нарастает подобно тому, как увеличивается капитал при начислении сложных процентов. Процент ежегодного приращения в таком случае постоянен, и, следовательно, за некоторое количество лет исходная величина удваивается, утраивается и т.д. Математически этот процесс описывается показательной функцией. Адамс, формулируя свой закон, на статистику не опирался, ее тогда вообще было немного, он полагался на собственную интуицию. И научное сообщество не отнеслось к его оценке серьезно, оценка была воспринята скорее как образное сравнение, а не как реальная закономерность, и так продолжалось примерно 20–30 лет. Но за это время постепенно накапливались данные, подтверждавшие догадку, и примерно в конце 30-х – начале 40-х годов прошлого века уже мало кто сомневался в ее истинности, а подтверждения продолжали появляться (Ф. Рихтмайер, К. Мис, Дж. Прайс и др.), и экспоненциальный рост количественных показателей был установлен окончательно. Конечно, не все они меняются совершенно одинаково, тут и скорости изменения разные у разных параметров, и у конкретного одного параметра в разные отрезки времени, тут и специфичный «вес» каждого показателя и много других различий. Процесс в целом очень сложен и многолик, но это не меняет общего основного вывода. В формулировке К. Миса он выглядит следующим образом: «Временная шкала прогресса человечества безусловно не является линейной, научно-технический прогресс реализуется быстрее, чем течет время, и наилучшим образом для истории науки и техники, по-видимому, подходит шкала логарифмическая» (16, с. 21). Экспоненциальный рост количественных показателей, как входных (расходы на ИР, численность научных работников

и т.п.), так и выходных (публикации), создает очень впечатляющую картину научно-информационного «взрыва», о которой так много писали во второй половине прошлого столетия. Да и в самом деле, кого не удивит, к примеру, тот факт, что порядка 80% всех ученых, когда-либо живших и работавших в мире, являются нашими современниками (17, с. 11), что в мире издается около 30 тыс. научных журналов, где ежегодно публикуют до 600 тыс. статей (18, с. 60).

Однако коль скоро наука превратилась в столь масштабную область деятельности, поглощающую заметную долю национальных человеческих и материальных ресурсов, естественно возникал вопрос о целесообразности затрат, о соотношении затрат и результатов. Кроме того, экспоненциальный рост входных и выходных показателей не мог не вызывать и еще один столь же естественный вопрос: как долго подобная ситуация может сохраняться? Ведь любая попытка экстраполировать ее в недалекое будущее немедленно вела к абсурду.

Ответ на поставленный вопрос проясняется, как только мы попытаемся принять во внимание не одни количественные показатели, характеризующие науку как некую «производственную» структуру, но и те качественные аспекты, которые определяют ее когнитивную сущность. Если ориентироваться не на публикуемую в журналах массовую рутинную продукцию, а только на крупные открытия, являющиеся своего рода вехами в истории той или иной научной дисциплины, отмечающими качественно новые уровни познания природы (их, вероятно, можно сопоставить со сменами парадигм, которые становятся, по Т. Куну (29), основой научных революций в его трактовке данного понятия), то оказывается, что их число растет со временем не по экспоненциальному, а лишь по линейному закону. Другими словами, история науки как когнитивной дисциплины характеризуется постоянным темпом роста, несмотря на то что в качестве предприятия, производящего некую продукцию (*productive enterprise*), наука демонстрирует экспоненциальное развитие.

Этому феномену, который наглядно прослеживается на фактическом материале, есть и фундаментальное объяснение, ибо он полностью согласуется с положением, выдвинутым еще Ж. Руссо в его «Общественном договоре» и называемым поэтому «законом Руссо». Согласно последнему, во

всякой совокупности однотипных явлений существует элитарная часть, численность которой равна корню квадратному из общей численности совокупности. Сам Руссо говорил об этом применительно к соотношению элиты (правящей) и всего населения страны. Но впоследствии оказалось, что аналогичная картина (во всяком случае, с точностью до одного порядка) наблюдается во многих других сходных ситуациях и подмеченная им закономерность носит общий характер. Например, в США около 1600 вузов, и все они называются университетами; но лишь примерно 40 из них считаются главными, из них выходит три четверти всех докторов наук и подавляющее большинство научных публикаций. Аналогичные подсчеты выполнялись для соотношения крупных городов и общего числа населенных пунктов, для числа «светил» в отдельно взятой профессии и общей численности специалистов, ею занимающихся, и т.п. Косвенным, но убедительным доказательством линейного, а не экспоненциального накопления первоклассных достижений в науке является постоянство числа нобелевских премий и иных престижных наград, присуждаемых из года в год. Если бы важные открытия нарастали в том же ритме, в каком растет, допустим, общее число публикаций, давно бы уже вокруг этих престижных наград сложилась остроконфликтная ситуация. На деле же никаких признаков появления такой ситуации не наблюдается.

Таким образом, при экспоненциальном росте вкладышаемых в развитие научно-технического прогресса ресурсов (численности работающих в сфере науки, суммы ассигнований на ИР) результат, если его измерять числом первоклассных открытий и изобретений, меняется линейно. Это позволило Н. Решеру определить производственную функцию науки в следующем виде: $F = K \log R$, где R (или лучше $R(t)$) есть суммарный объем ресурсов, затраченных на научно-техническую деятельность за время t , прошедшее от некоторого момента, принятого за начало координат; F или $F(t)$ — мера суммарного числа первоклассных результатов, а K — постоянный коэффициент, величина которого зависит от конкретного содержания переменной R . Из данного соотношения следует, что для того, чтобы поддерживать скорость изменения постоянной во времени ($dF/dt = \text{const}$), необходимо наращивать R так, чтобы $R = 10^{kt}$, т.е. по экспоненте.

Решер назвал полученное им соотношение «законом логарифмической отдачи» (the law of logarithmic returns), который, по его мнению, «отражает перманентную и общую структурную ситуацию в научном производстве и может использоваться для оценки этой ситуации не только в пределах, ограниченных периодом экспоненциального роста научных усилий, но и вне этих пределов. Он показывает, что экспоненциальное увеличение параметров, характеризующих научные усилия (людских и материальных ресурсов), можно рассматривать как вынужденное следствие стремления поддерживать на приблизительно постоянном уровне темп научного прогресса» (18, с. 92). Собственно говоря, ситуация, которая описывается законом Решера, давно уже обсуждалась многими учеными. Вполне четко ее охарактеризовал еще Макс Планк, утверждавший, что с каждым новым шагом вперед в науке трудности возрастают, к достижениям ученых предъявляются все более высокие требования и все более необходимым становится рациональное разделение труда. Заслуга Решера состоит в том, что он перевел такого рода качественные и отчасти эмоциональные оценки на язык простой и удобной формулы, достаточно хорошо согласующейся с объективными данными статистики.

Теперь, имея четко выраженную производственную функцию науки, мы способны ответить и на второй из поставленных выше вопросов: как долго может сохраняться состояние резкого роста затрат на ИР и такого же взрывного увеличения числа публикаций и прочих рядовых результатов научной деятельности? В общей форме ответ очевиден – такая ситуация возможна тогда и длится столь долго, когда и как долго общество может и стремится (осознанно или не совсем) поддерживать на постоянном уровне достигнутый темп научно-технического прогресса. Тут нужно иметь в виду, что, хотя решающую роль в развитии науки играют первоклассные, как мы их выше называли, открытия, они не могут появиться в отрыве от общего объема результатов научно-технической деятельности, а только как определенная часть этого объема, включающего результаты всех категорий качества – от рутинных до первоклассных. Общий объем результатов можно представить себе как некоторую пирамиду, а уровни качества – как плоскости, параллельные ее основанию. Первоклассные открытия составят верхний слой пира-

мидального объема, отсеченный высшим уровнем качества. У каждого иного слоя свои функции в обслуживании научно-технического прогресса, и все слои по-своему важны и необходимы. Мы не можем произвольно разделить такую структуру на части и направить ресурсы на какой-то выбранный нами уровень: вырастает все та же пирамида с тем же соотношением слоев.

И относительно общего объема ресурсов, выделяемых обществом, тоже следует сделать существенную оговорку. Речь ведь идет не об отдельном акционерном или научном обществе, распределяющем свой бюджет, а об обществе в философском смысле термина, т.е. как минимум о крупной стране, а вернее, о совокупности стран или даже обо всем мире. На таком уровне итоговый результат складывается из множества частных решений, принимаемых бесконечным рядом действующих субъектов – от международных организаций и национальных правительств до отдельных предпринимателей, ученых, благотворительных фондов и меценатов. И каждое решение определяется влиянием конкретных обстоятельств – политических, экономических, социальных, вплоть до личных. Так что весь этот процесс нельзя считать сознательно и планомерно управляемым. В конечном счете он управляется объективными закономерностями общественного развития, хотя осознанное, целевое начало проявляется здесь, вероятно, в большей степени, чем в историческом процессе в целом.

На современном этапе развития общества существует и обостряется противоречие между его потребностями в научно-техническом прогрессе и возможностями этот прогресс обеспечивать. Рост потребностей связан с двумя обстоятельствами.

Первое – это превращение научно-технического потенциала в решающий фактор развития, экономического благосостояния и социального благополучия отдельных стран и целых регионов. По своему значению на сегодня превосходит такие ранее господствовавшие факторы, как размеры территории, народонаселение, богатство недр, благоприятный климат и т.п. В ведущих государствах мира передовая техника и технология буквально пронизывают все стороны жизнедеятельности людей – от космических экспедиций до повседневного быта. Сохранение и дальнейшее повышение уровня жизни, увеличение ее продолжительности постоянно

требуют новых научно-технических достижений, непосредственно зависят от них.

Второе. Масштабы хозяйственной деятельности человека настолько возросли, что их воздействие на окружающую среду стало сопоставимо с воздействием природных факторов. То же самое можно сказать и о военном, ядерном, химическом и бактериологическом потенциалах. Резко обозначились экологические проблемы, грозящие перерасти в глобальный экологический кризис. Разрешение конфликта между человечеством и средой его обитания возможно только с помощью науки, путем коренного преобразования технологий промышленного и сельскохозяйственного производства, превращения его из силы, катастрофически разрушающей биосферу планеты, в часть этой биосферы, гармонически сочетающуюся с остальными ее элементами. Задача неотложная и также требующая дальнейшего развития науки и техники.

В то же время, чем дальше общество движется по пути научно-технического прогресса, тем сложнее становится и потому дороже обходится каждый новый шаг на этом пути. По «закону логарифмической отдачи» даже поддержание достигнутого темпа требует непрерывного наращивания усилий. А если мы захотим увеличить темп, допустим, в два или три раза, то усилий (ресурсов) надо затратить соответственно в 100 или в 1000 раз больше. Однако ресурсы, которые могут израсходовать на ИР отдельная фирма, корпорация, отрасль, страна, наконец, или объединение стран, не безграничны. Фирма или корпорация выделяют на науку определенную долю своих доходов, и доля эта для данной отрасли и на данный момент времени является величиной практически постоянной. Она обычно измеряется в процентах от годового объема сбыта продукции. Например, для американской промышленности, выпускающей вычислительную технику, норма расходов на ИР в середине 80-х годов составляла около 8% от объема продаж, для предприятий, выпускающих полупроводниковые приборы и интегральные схемы, – 12, для фармацевтической промышленности – 8, станкостроения – 3, бумажной индустрии – 1, сталелитейной – 0,5% (21, с. 7). Каждое конкретное предприятие может, конечно, отклоняться от среднего для отрасли показателя, но не очень сильно и не слишком долго. Норма отражает практически сложившийся на данный

период здоровый экономический баланс ресурсов, так что значительные отклонения от него чреваты крахом.

Чтобы нарастить (в абсолютных величинах) средства, расходуемые на ИР, корпорация должна расширить свои рынки сбыта внутри страны и за рубежом. Но емкость мирового рынка того или иного вида продукции в каждый конкретный момент времени ограничена, и он может «прокормить» лишь определенное число фирм.

Корпорация или отрасль может получить дополнительные средства на ИР не только от расширения рынков сбыта, но и от государства в виде прямых или косвенных дотаций. Однако и на этом уровне работает примерно такой же, как в отрасли, механизм балансирования расходов, на сей раз государственных. Государство может выделить на науку лишь определенный процент своих расходов. Повторим, что указанный процент, как и в отрасли, не является каким-то юридически закрепленным нормативом, а устанавливается как конечный объективный результат множества процессов, происходящих в современном обществе, и отражает уровень его социально-экономического, технического, культурного развития. Такого рода показатели меняются медленно, если общество стабильно и если не происходит каких-то очень крупных экстраординарных событий вроде войны.

Посмотрим же конкретно как, в каких объемах и какие виды ИР финансируются в современных развитых государствах. Естественно, что все страны мы охватить не можем, да в этом и нет необходимости, поскольку основные характеристики современной ПНТР определяются сравнительно узким кругом передовых развитых стран. В качестве примера таких стран возьмем США, Германию и Японию, представляющих три ведущих региона мира – Северную Америку, Западную Европу и Восточную Азию.

2.1.1. Финансирование науки в США

Затраты частного сектора на науку регулируются самими фирмами и учитываются регулярной статистикой. Поскольку с затратами на ИР часто связаны разного рода налоговые льготы, к отчетности перед государственными органами по этой статье фирмы относятся очень ответствен-

но, информация, которую они представляют, полна и достоверна. На государственном уровне в Соединенных Штатах единого бюджета науки нет, как нет и министерства науки. Каждое ведомство, будь то министерство, агентство, фонд и т.д., защищает свой бюджет в Конгрессе самостоятельно, в том числе и по статьям, касающимся ИР.

Таблица 5

**ВВП и расходы на науку в США
2000–2007 гг. (млрд. долл.)**

	2000 г.*	2001 г.*	2002 г.*	2003 г.*	2004 г.**	2005 г.**	2006 г.**	2007 г.**
ВВП	9824,6	10082,2	10442,0	10884,4	12,3	12,7	13,1	13,5
Общие расходы на ИР	264,7	273,6	276,2	291,7	299,9	323,0	347,9	368,1
% от ВВП	2,69	2,71	2,64	2,68	2,43	2,54	2,62	2,73
Расходы государства на ИР	66,4	72,6	78,2	98,6	88,7	93,7	97,7	98,3
Доля государства в общих расходах, %	25,0	26,5	28,3	33,8	29,6	29,0	28,1	26,7

* – по курсу паритета валют;

** – по обменному курсу.

Источник: 22, т. II, гл. IV, с. А4-24, А4-32; 37, т. II, с. А4-4, табл. 3–4.

Координацией ИР занимаются межведомственный Совет при президенте, а также советник президента по науке; Главное административно-бюджетное управление Конгресса, которое иногда (не всегда) сводит ассигнования разных ведомств в подобие бюджета науки; общественная организация «Американская ассоциация содействия развитию науки», которая, после того как Конгресс заканчивает бюджетный процесс, издает брошюру, в которой стремится свести и кратко прокомментировать статьи, связанные с ИР. Однако в общем и целом координация ИР в масштабе всего правительства до сих пор в США остается не до конца решенной проблемой. Такая ситуация в принципе соответствует духу американцев, которые с колониальных времен и борьбы за независимость против королевской власти Великобритании избегают четко централизованных структур, предпочитая мириться с потен-

циальным дублированием, и считают, что определенная степень децентрализации создает конкурентную среду со всеми ее преимуществами. В Конгрессе много раз поднимался вопрос о создании единого министерства науки, но всякий раз никакого решения так и не принималось. Очевидно, что существующая система устраивает американское правительство и не мешает ему успешно решать задачу финансовой поддержки науки, достаточной для сохранения роли мирового лидера в данной области.

Если проследить динамику процесса финансирования науки США за последние 50 с небольшим лет, с момента появления регулярного учета и издания упоминавшихся выше «Индикаторов науки и техники», то можно отметить два основных момента.

1. Общие затраты США на ИР за этот период в текущих ценах непрерывно возрастали, временами очень быстро, временами медленно, но неуклонно. Если учитывать инфляцию и проследить тот же процесс в постоянных ценах, например 1996 г., то картина принципиально не меняется, хотя в конце 60-х и начале 70-х годов, а также в начале 90-х наблюдались незначительные спады, обусловленные общими экономическими условиями (в том числе во время нефтяных «шоков»). За рассматриваемый период общие расходы увеличились в постоянных ценах с 36 805 млн. долл. до 249 678 млн., т.е. выросли более чем в 9 раз (в текущих ценах – с 5160 до 276 185, т.е. в 53,5 раза). Особенно интенсивный рост наблюдался во второй половине 90-х годов. С 1994 по 2000 г. среднее ежегодное увеличение этих расходов достигло 5,8% с учетом инфляции. Правда, в первые годы XXI в., отчасти в связи со сменой демократического правительства на республиканское, но в основном из-за замедления экономического роста, темп снизился (в 2001 г. по отношению к 2000 г. увеличение составило 1%, а в 2001–2002 гг. оно лишь компенсировало инфляцию). Основные категории расходов США на науку в XXI в. представлены в табл. 5.

2. За период после 1953 г. поменялись роли федерального правительства и частного капитала в качестве источников средств на ИР. В начале периода доля федерального правительства в общих объемах финансирования составляла приблизительно 54%, тогда как промышленность финансировала 44%. Затем до 1964 г. доля правительства увеличива-

лась и в указанном году достигла максимума – 66,7% общих расходов страны на ИР. Доля промышленности в это время соответственно падала. Но с 1964 г. начался перелом. К 1979 г. доли правительства и промышленности практически сравнялись, а в последующие годы «размежевание» шло в направлении, противоположном тому, что имело место в начале десятилетия. К концу века доля правительства сократилась до 25,1% (2000). Лишь в самом конце столетия в связи с ухудшением состояния экономики промышленность несколько сократила свои расходы на ИР, но это было компенсировано увеличением правительственных ассигнований в связи с развертыванием антитеррористических мероприятий. В 2002 г. доля правительства составила 28,3%. Говоря о долях, следует учитывать, что сокращение доли государственных ассигнований на науку США в общенациональных расходах на ИР отнюдь не означало уменьшения их абсолютных объемов. Напротив, 90-е годы были периодом быстрого увеличения правительственного финансирования науки. Правительство Клинтона видело в этом основу экономического роста и улучшения благосостояния страны, сохранения и наращивания ее конкурентоспособности на рынках мира. Да и сменившее демократов республиканское правительство мало отличалось от своих предшественников в этом плане. В итоге с 1987 по 2000 г. (в текущих ценах) правительственные траты выросли с 58,5 млрд. до 66,4 млрд. долл. Начало нынешнего века отмечено широким движением среди промышленников и политиков, ставящим своей целью укрепление подвергающейся эрозии конкурентоспособности США на мировой арене.

Как распределяются государственные ассигнования по исполнителям (секторам) ИР, по видам исследований и основным направлениям работ? Наиболее удобной формой представления этих данных является табличная, которая и использована ниже с некоторыми комментариями там, где это необходимо.

Если сравнивать данные этой таблицы с общими расходами США на каждый из видов исследований (например, в 2002 г.), то оказывается, что федеральное правительство обеспечивает (учитывая финансируемые правительством центры ИР – ФФИРЦ) значительно больше половины всех расходов на фундаментальную науку – 69% (без учета ФФИРЦ – 59%), 15,8% расходов на прикладные ИР и 9%

стоимости разработок. На втором месте по затратам на фундаментальную науку находится промышленность, а по финансированию прикладной науки и разработок она лидирует (соответственно, 17,3; 61,5 и 81,4%). Замыкают тройку основных финансирующих науку организаций университеты и колледжи (13,7; 4 и 0,4% соответственно). Небольшую долю финансирования осуществляют бесприбыльные организации, не являющиеся учебными заведениями (8,9; 2,9 и 0,6%).

Следует напомнить, что речь идет о финансировании, а не об освоении средств, исполнении ИР. Главным исполнителем фундаментальных ИР являются как раз те, кто выделяет на них денег меньше других, – университеты и колледжи. Они осваивают 53,8% национальных расходов на фундаментальную науку, 12,4 – на прикладную и лишь 0,8% средств, затрачиваемых на разработки. Естественно, что основным исполнителем прикладных исследований и разработок является промышленность (65 и 89%). Но и в фундаментальных ИР она сегодня играет видную роль (15,6%). Правительство (с учетом ФФИРЦ) исполняет 18,4% фундаментальных ИР в денежном выражении (без ФФИРЦ – 9,3%); 15,9% прикладных (12,5%) и 9,1% разработок (6,9%) (22, гл. IV, с. 10).

Далее необходимо показать распределение государственных ассигнований по основным направлениям исследований, и станет окончательно ясно, куда, кому и зачем они поступают.

Прежде всего нужно выделить два целевых (недисциплинарных) направления – военные и гражданские ИР. Объем военных ИР, как доля общих национальных затрат, за последние полвека довольно сильно колебался в зависимости от уровня напряженности в мире. В период «холодной войны» он превышал 50%, затем по мере разрядки напряженности уменьшался, а по окончании «холодной войны» к 2000 г. сократился до 13,5%. После 11 сентября 2001 г. его доля вновь стала расти, но не очень резко.

Иначе обстояло и обстоит дело в расходах федерального бюджета. Здесь доля военных исследований всегда превышала долю гражданских. Лишь в 1980 г. они практически сравнялись, но потом опять разошлись, затем стали вновь сближаться и в 2001 г. были близки к паритету (военные – 45,7 млрд. долл., а гражданские – 41 млрд. долл.). Террористический акт 11 сентября изменил тенденцию к сближению

на противоположную. Война в Ираке также повлияла в незначительной степени (не на военные расходы вообще, а на расходы на ИР военного направления), так что к 2004 г. эти направления вновь заметно разошлись (66,8 млрд. долл. на военные ИР и 51,2 млрд. долл. – на гражданские). По сравнению с 2001 г. расходы на военные ИР выросли на 46,2%, а на гражданские – всего на 24,7% (22, гл. IV, с. 25). В абсолютных цифрах и те и другие росли постоянно от года к году.

Подавляющая часть бюджетных ассигнований (более 95%) приходится на семь ведомств, бюджеты ИР которых превышают 1 млрд. долл. Это министерства обороны, здравоохранения, энергетики, сельского хозяйства и торговли, Национальное агентство по авионавигации и космическим исследованиям, а также Национальный научный фонд. Министерство торговли входит в число финансирующих ИР ведомств, так как ему подчинен Национальный институт стандартов, который за послевоенные десятилетия вырос в крупный научный центр, тесно связанный с промышленностью и ведущий работы широкого технического профиля, выходящие далеко за рамки стандартизации и контроля за мерами и весами. Соответственно, он был переименован в Национальный институт стандартов и технологии – НИСТ, но по-прежнему остается в ведении торгового ведомства, поскольку в структуре американского правительства более подходящего просто нет (нет ни Министерства промышленности, ни Министерства науки). Когда в 1988 г. Конгресс США принял Акт о торговле и конкурентоспособности, то именно НИСТ, в составе которого уже было сформировано Управление технологии, руководителем которого был один из заместителей министра, была поручена реализация значительной части конкретных мероприятий, предусмотренных Актом. Цель этих мероприятий – помощь американской промышленности в повышении ее конкурентоспособности на мировом рынке. Сегодня НИСТ ведет несколько программ, помогающих в основном малым и средним фирмам США осваивать и использовать новейшие виды технологий и оборудования для создания инноваций и выхода с новинками на рынок. Таким образом, НИСТ является одним из важных звеньев инновационной государственной политики.

Таблица 6
Распределение государственных ассигнований по исполнителям ИР, млн. долл.

Исполнитель	Годы и суммы, % от общей суммы ассигнований									
	2000 г.		2001 г.		2002 г.		2003 г.		2004 г.*	
	сумма	%	сумма	%	сумма	%	сумма	%	сумма	%
Правительственные лаборатории и ФФИРЦ	27058	40,8	31097	42,8	34117	43,6	32093	33,0	23044	27,5
Промышленность	17183	25,9	16899	23,3	17085	21,9	36411	37,1	20266	24,2
Университеты и колледжи	17681	26,6	19332	26,6	21066	26,9	23055	23,5	34798	41,5
Бесприбыльные организации	4449	6,7	5309	7,7	5918	7,6	6261	6,4	5671	6,7
Всего	66371	100	72637	100	78186	100	97820	100	83766	100
									88407	100
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	24,8
									35963	40,7
									22560	25,4
									36768	40,8
									5791	6,5
									5721	6,4
									22560	25,4
									36768	40,8
									24408	27,4
									24744	28
									21909	

Таблица 7

Распределение государственных ассигнований по видам ИР

Виды ИР	Годы и суммы, % от общей суммы ассигнований											
	2000 г.		2001 г.		2002 г.		2003 г.		2004 г.		2005 г.	
суммы – в млн. долл.	сумма	%	сумма	%	сумма	%	сумма	%	сумма	%	сумма	%
текущие цены												
Фундаментальные исследования	24713	37,2	27071	37,3	29218	37,3	25977	26,3	3494	39,3	35922	38,3
											36161	38,4
Прикладные исследования	15773	23,8	18724	25,8	20509	26,2	27400	27,8	23575	26,5	24890	26,5
											24892	26,4
Разработки	25885	39,0	26842	36,9	28459	36,5	45231	45,9	30422	34,2	32975	35,2
											33164	35,2
Всего	66371	100	72637	100	78186	100	98608	100	88908	100	93787	100
											94217	100

Источники: 22, т. II, гл. IV, с. А4-16, А4-24, А4-32; 37, т. II, гл. IV, с. А4-11, А4-24, А4-32.

В заключение представляется целесообразным отметить, что денежное финансирование – это не единственный путь поддержки науки и инноваций, который используется федеральным правительством США. Таких путей много, они разнообразны, и их исследование является самостоятельной крупной темой, выходящей далеко за рамки настоящей работы. Здесь следует назвать два наиболее масштабных и интенсивно используемых сегодня канала помощи, которые можно рассматривать как эквивалентные финансированию с точки зрения развития инновационной экономики. Во-первых, это опека малого и среднего бизнеса, который по заявлению Национальной комиссии по занятости и малому бизнесу обеспечивает в США почти половину рабочих мест в частном секторе и 50% национального внутреннего продукта (23, с. 11). Во-вторых, это снятие ограничений на кооперацию в сфере ИР между фирмами и между частными и государственными предприятиями, а также целый ряд мер, повышающих заинтересованность субъектов ИР в патентовании и продаже лицензий на изделия и технологии, созданные на государственные деньги. «Когда мы вступали в 80-е годы, – говорил на одном из слушаний в Конгрессе президент Института промышленной технологии в штате Мичиган, – то со всех точек зрения финансируемые государством ИР в наших национальных лабораториях выглядели как пленник, застрявший в непроходимой чаще законов и постановлений, относящихся к проблеме интеллектуальной собственности, кооперации в научной сфере, лицензирования и участия ученых в процессе коммерциализации...» Сегодня все препоны устранены, и это тоже своего рода эквивалент увеличения финансовой помощи государства.

2.1.2. Финансирование науки в ФРГ

С точки зрения политической организации государства – федерации образующих его субъектов – Германия и США внешне имеют сходство, но в плане управления наукой и ее финансирования они совершенно различны. Согласно германской конституции, образование и наука относятся к ведению не федеральных властей, а земель – субъектов Федерации. Федеральное правительство может финансировать

научные учреждения и университеты только на основании специальных соглашений с землями. Статья 916 Конституции ФРГ гласит: «Федерация и земли могут на основе соглашений кооперироваться в планировании образования и в поддержке научных организаций и проектов супрарегиональной важности. Распределение средств регулируется соответствующими соглашениями» (24, с. 1). В правительстве Федерации для урегулирования взаимоотношений с землями по этому поводу создана специальная Комиссия Союза и земель по вопросам планирования образования и поддержки исследований (Bund-Länder Commission for educational planning and research promotion). Комиссия, в свою очередь, разработала типовое соглашение, на базе которого центральное правительство и земли кооперируются в рассматриваемой области. Возможно, этот в какой-то степени анахронизм объясняет тот факт, что государственное финансирование науки в ФРГ довольно долго оставалось в основном институциональным, т.е. деньги выделялись организации в целом, без определения направлений их использования. Институциональное финансирование и сегодня занимает здесь весьма заметное место. «Более четверти общей суммы государственного финансирования осуществляется в форме институциональной поддержки организаций, финансируемых совместно федеральным правительством и землями. Федеральное правительство предоставляет 2/3 этих денег» (там же).

Германия является самой крупной и экономически наиболее мощной страной Западной Европы. По данным Всемирного банка, ее ВВП превышает этот показатель Великобритании, Франции и Италии, не говоря уже о менее крупных западноевропейских государствах (см. табл. 7).

Таблица 7 (24)

**ВВП наиболее крупных стран Западной Европы,
трилл. долл.**

Страна	1999 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.*	2005 г.*
Германия	2,1	2,0	2,4	2,45	2,47
Франция	1,4	1,4	1,8	1,93	1,95
Великобритания	1,5	1,6	1,8	1,72	2,00
Италия	1,2	1,2	1,5	1,72	1,96

* По ППС

Источник: Science & Engineering indicators. 2008.

Какую долю выделяет страна на науку, на ИР? В табл. 8 представлены общенациональные расходы ФРГ на указанные цели.

Таблица 8 (25, с. 14, 15)

**Общенациональные расходы ФРГ на науку,
1999–2003 гг. (млн. евро)**

Год	Расходы на ИР в текущих ценах с учетом инфляции и как % от ВВП**		
2000	50618	42323	2,49
2001	52002	42941	2,53
2002	53283	43284	2,51
2003*	53253	42877	2,5
2004*	67770	—	2,51
2005*	72280	—	2,58
2006*	72790	—	2,51
2007*	67770	—	2,51

* В млн. долл.

** *Источник:* Science & Engineering indicators. 2008.

Расходы государства составляют примерно треть общенациональных. В абсолютных значениях они представлены в табл. 9.

Как важную тенденцию следует отметить тот факт, что расходы частного сектора на ИР растут быстрее, чем государственные, как это происходит и в других странах. Например, за период с 1998 по 2003 г. расходы государственного сектора выросли на 9,2%, а частного – на 24,8% (25, с. 16).

Таблица 9 (25, с. 14, 15, 37)

**Расходы федерального центра и земель на ИР
(млн. евро)**

Год	Расходы центра	Расходы земель и иных источников
1999	8158,2	8516,4
2000	8345,7	8864,4
2001	9019,4	8817,3
2002	9017,9	9311,5
2003	9036,0	9549,3

В правительстве ФРГ три основных министерства, финансирующих науку: Министерство образования и науки, Министерство хозяйства и труда и Министерство обороны. Главным из них является Министерство образования и науки (Bundes Ministerium für Bildung und Forschung – BMBF). Штат его сотрудников насчитывает около 1000 человек.

В состав финансируемых Министерством образования и науки организаций входят несколько так называемых «обществ» имени того или иного ученого. Именно такие общества, крупные научно-исследовательские центры являются стержнем «неуниверситетского государственного сектора немецкой науки» и наряду с исследовательскими университетами образуют основу научно-технического потенциала страны. Главные из них – пять центров, большинство из которых объединяют целый ряд исследовательских институтов, выступающих, в свою очередь, в качестве головных по отношению к своей группе. К числу этих «столпов» немецкой науки относятся:

1. Немецкая исследовательская ассоциация (Deutsche Forschungsgemeinschaft – DFG);
2. Общество Макса Планка (Max-Planck-Gesellschaft – MPG);
3. Общество Фраунхофера (Fraunhofer-Gesellschaft – FHG);
4. Ассоциация им. Лейбница (Leibniz-Gemeinschaft – LG);
5. Ассоциация им. Гельмгольца (Helmholtz-Gesellschaft – HFG).

Последняя является самой крупной исследовательской организацией Германии, в нее входят 15 научных центров с общим годовым бюджетом 2,2 млрд. евро и 24 тыс. сотрудников.

Все общества финансируются институционально, т.е. министерство выделяет каждому обществу определенную сумму, и общества расходуют ее по своему усмотрению. Ученые сами решают, какие программы, проекты и т.д. финансировать. С 2001 г. эта система несколько изменяется, но определяющая роль ученых остается в силе.

Кроме перечисленных пяти основных центров BMBF совместно с землями финансирует семь германских академий наук (из 11 организаций, в названии которых фигурирует слово «академия»). Без участия земель BMBF финансирует Центр европейских исследований (Center of Advanced European Studies and Research); федеральные научно-исследовательские

институты, курируемые другими министерствами правительства и занимающиеся проблемами, соответствующими профилю соответствующего министерства; а также 14 фондов, в свою очередь финансирующих проектные исследования, причем девять из этих фондов занимаются поддержкой молодых ученых и талантливых студентов (в их числе – фонд Аденауэра, фонд Генриха Бёлля, фонд Розы Люксембург и др.). Наконец, ВМБФ курирует Фонд немецких гуманитарных институтов за рубежом и его отделения в Риме, Париже, Лондоне, Вашингтоне и Варшаве; Немецкий институт исследований Японии в Токио и институты востоковедения в Бейруте и в Стамбуле.

Кроме обществ и центров крупным звеном научного потенциала Германии, которое опекает государство, являются университеты. В конце XIX и начале XX в. немецкие университеты были лучшими и самыми авторитетными в мире, в Германию приезжали на учебу из Америки, России и других стран. Мировые войны, гитлеровский террор и антисемитизм «сломали» германские университеты, «обескровили» их в научном плане. В послевоенный период шел медленный и сложный процесс восстановления научного и образовательного потенциалов, и сегодня они уже вносят значительный вклад в фундаментальную науку Германии. Однако «Меккой» образования, обретения опыта исследовательской работы на уровне доктора наук все еще остаются университеты американские, куда накануне Второй мировой войны из Германии бежали виднейшие ученые, нобелевские лауреаты с мировым именем.

Таблица 10 (25, приложение к вопросу 40)

**Объемы государственного финансирования
ИР в университетах (млн. евро)**

Год	Сумма	Год	Сумма	Год	Сумма	Год	Сумма
1990	4635	1994	5210	1998	6754	2002	7915
1991	5803	1995	6546	1999	6877		
1992	5995	1996	6789	2000	7045		
1993	6031	1997	6759	2001	7378		

Правительство ФРГ уделяет университетам огромное внимание и ставит перед ними задачу в ближайшие десять

лет выйти на передовые позиции в мире, вернуть былую славу и силу.

Мы рассмотрели два из основных аспектов проблемы государственного финансирования науки Германии – сколько государство тратит и каким структурам, кому направляются его деньги. Третий аспект проблемы – цели, направления ИР, на которые расходуются государственные средства; приоритеты, оплачиваемые государством.

В качестве основного приоритета правительство и научное сообщество рассматривают фундаментальную науку. «Фундаментальные исследования являются основой всей системы ИР. Без них исследовательские работы прикладного характера потеряют базис» (25, с. 31).

В соответствии с этой установкой правительства фундаментальная наука имеет в ФРГ всестороннюю государственную поддержку. В перечне приоритетов после фундаментальной науки следует уже ставший стандартным для современных развитых государств набор направлений, связанных с передовыми новыми и новейшими технологиями или обостряющимися в последние десятилетия нуждами общества. «Приоритетными с точки зрения государственного финансирования являются следующие области.

1. Технологии будущего, которые могут найти применение во многих отраслях и имеют высокий творческий и коммерческий потенциал: информационные и коммуникационные технологии; биотехнология; создание новых материалов; физические и химические технологии (включая оптические); современные энергетические технологии.

2. Научные направления, имеющие особое значение для человека и окружающей среды: здравоохранение и медицина; питание; сельское и лесное хозяйство; охрана окружающей среды.

3. Модернизация исследовательской инфраструктуры, оснащение исследовательских учреждений и высшей школы новейшим, в том числе крупным и уникальным, оборудованием» (25, с. 42).

Следует отметить, что власти Германии, как и правительство США, развивают интенсивную деятельность в направлении использования мер, сопоставимых с прямым финансированием. Направлены они в первую очередь на стимулирование инноваций, на ускорение внедрения новых достижений нау-

ки в жизнь, на их коммерциализацию. Все эти мероприятия – средство перевода экономики страны на инновационные рельсы, превращения ее в инновационную с целью упрочения и расширения позиций страны в конкурентной борьбе за мировые рынки новых технологий. Первостепенное значение в этом процессе имеет малый и средний бизнес. Правительство Германии всячески опекает его, особенно малые наукоемкие предприятия, «отпочковывающиеся» от университетов и крупных исследовательских центров. Инновационная направленность – это одна из основных характерных особенностей парадигмы современного научно-технического развития.

В заключение любопытно отметить нестандартный, специфичный для ФРГ факт. 28 июня 2005 г. министры – президенты земель утвердили документ, согласованный Совместной комиссией федерального правительства и земель по вопросам планирования образования и финансирования ИР, – «Пакт об исследованиях и инновациях» (Pakt für Forschung und Innovation). Временные рамки документа – 2005–2010 гг. Подписывая «Пакт» государство обязуется стабильно наращивать финансирование науки (не менее 3% в год), а научное сообщество – повысить качество и результативность исследований, содействовать инновациям и укреплению позиций Германии в конкурентной борьбе на мировой арене. Университеты тоже выступили с «Инициативой совершенства», содержание которой аналогично содержанию Пакта. Совпадают и сроки – инициатива рассчитана до 2010 г.

2.1.3. Финансирование науки в Японии

Государственное устройство Японии относится к так называемому «дирижистскому» типу и резко отличается от федеративных систем США и Германии. Да и среди «дирижистских» моделей Япония обладает значительной спецификой, обусловленной историей страны, ее традициями, особенностями социальных отношений. Поэтому при анализе любой проблемы, касающейся взаимоотношений между японским государством и обществом, в том числе с наукой как сегментом этого общества, необходимо иметь в виду свойственную этой стране специфику, не имеющую прямых аналогов в западном мире. Один из ведущих российских японоведов,

К.О. Саркисов, специально изучавший особенности государственного устройства Японии, рассматривает «японский тип» государственности как особый феномен. По его авторитетному мнению, японская специфика состоит «в том, что, особенно на зрелых этапах... государство рассматривалось не только как важнейший инструмент самоорганизации общества, но и как средство достижения максимальной эффективности всех социальных структур, их стабильности и коллективной солидарности. Интересы государства в большей мере, чем в других странах, согласовывались с интересами общества в целом. Его регулирующая роль в большей мере концентрировалась на соблюдении пропорций в распределении власти и богатства, консолидации общества в чрезвычайных обстоятельствах за счет не только жесткости вертикальной организации, но и определенной справедливости в возложении ответственности за судьбу страны на все сегменты общества, развитии морально-этических устоев, которые позволяли добиться единства нации, ее сплоченности и социальной мобильности» (64, с. 84). В истории Японии немало примеров своего рода коллективных действий в национальном масштабе, и один из таких примеров – это послевоенное восстановление страны и «гонка» за мировыми лидерами в развитии экономики и овладении лучшими образцами техники и технологии того времени.

Важно отметить еще одну характерную черту, которая оказывает влияние на все стороны жизнедеятельности японского общества и, следовательно, на науку тоже. Японский социум мононационален и буквально пронизан патернализмом. Общество делится не столько на классы, сколько на разного масштаба группы, объединяющиеся по различным признакам (семья, деревня, фирма и т.п.) и стойко поддерживающие своего лидера. А высшей формой группы является вся нация во главе с государством, которое до 1945 г. олицетворял император, считавшийся богом на земле. Статус бога он официально сложил с себя после военного поражения, но символом нации для большинства японцев остался, как остался и патернализм в целом.

Важность научно-технического потенциала правительства Японии особенно четко ощутило и поняло во время Второй мировой войны. Поражение Японии было обусловлено двумя причинами: прежде всего разгромом Советским Сою-

зом Квантунской армии, предопределившим капитуляцию Японии, и научно-технической отсталостью страны. Атомная бомбардировка была воспринята японцами как расплата за научно-техническую отсталость.

После войны Япония, едва восстановив хозяйство, буквально бросилась вдогонку США и Западной Европы, в чем и преуспела, сотворив так называемое «японское чудо». Правда, это было сделано главным образом за счет заимствования американских и европейских технологий. Но к последней четверти XX в. Япония, превратившаяся во вторую экономическую державу мира (после США), двигаться дальше за счет лицензирования и переработки чужих изобретений уже не могла. Собственная наука и техника, которым и до этого в послевоенный период уделялось большое внимание, становятся в ряд важнейших приоритетов страны. Для ее развития делается очень много: от социальных исследовательских программ, нарочито построенных по западному образцу, до строительства в рекордно короткие сроки (1970–1980) целого города науки Цукуба. Характерно, что когда в начале 90-х годов в Японии разразился экономический кризис, так называемая «экономика мыльного пузыря» рухнула и наступил длительный период стагнации, следы которого заметны до сих пор, Япония искала выход в наращивании расходов на ИР, справедливо полагая, что это создаст условия для новых успехов на экономическом поприще, послужит залогом перехода к инновационному развитию всех областей жизнедеятельности общества. Иллюстрацией сказанному служит табл. 10, где приведены данные о ВВП страны и ее общенациональных расходах на науку. Из таблицы видно, что ВВП топчется на месте, а расходы на науку растут год от года.

Таблица 10

ВВП и общенациональные расходы на науку Японии
(млрд. долл.)

	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.
ВВП	3319,7	3236,7	3423,3	3352,9	3904,5	4,007	
Расходы на ИР	99,0	104,6	108,2	114,0	124,16	н/д	

Источник: 26, с. 92; 27, с. 279; 36, т. II, с. А6-1, А4-6.

Откуда приходят деньги на ИР, как общенациональные расходы распределяются по источникам финансирования? Какова доля государства в этих расходах? Ответ на этот вопрос дает табл. 11.

Таблица 11

Государственные расходы на ИР, млрд. долл.

Год	Расходы	% от общенациональных расходов
2000	22,8	21,7
2001	23,2	21,0
2002	23,7	20,7
2003	23,1	20,2
2004	25,3	20,4

Источник: 26, с. 93.

Из таблицы видно, что государство обеспечивает около 20% общенациональных расходов на науку. Основным «донором» является частный сектор, в первую очередь промышленность, ее доля составляет порядка 70–75%, немного добавляют частные университеты (5–7%) и зарубежные источники (менее 1%). В процентном отношении государство вкладывает в финансирование национальной науки меньше, чем в любой другой стране «Большой семерки». Японские источники объясняют это в основном небольшими расходами правительства на оборонные исследования, как и на оборону в целом. Япония, как известно, по конституции отказалась от ведения военных действий. Она не имеет армии в полном смысле этого слова, есть лишь так называемые «силы самообороны», незначительные в сравнении с другими государствами. На ИР военного плана Япония тратит порядка 130–150 млрд. йен в год, т.е. (к примеру, по курсу 2002 г.) около 0,9–1,0 млрд. долл. Это, конечно, верно, но в соотношении расходов государства и частного сектора проявляются и патерналистские мотивы. Государство заботится о тех, кто не может позаботиться о себе сам (университеты, государственные НИИ), а те, кто может это делать, должны обходиться своими силами (промышленность, сервисный сектор). Правительство много помогает промышленности, но главным образом не финансами, а тем, что выполняет большой объем прогностической работы: определяет национальные priori-

теты, координирует деятельность секторов, организует и частично финансирует национальные исследовательские программы. Еще в 1962 г. Япония приняла закон, разрешавший промышленным фирмам кооперироваться для выполнения ИР на так называемой «доконкурентной» стадии. Закон вывел сотрудничество такого рода (совместные работы вплоть до создания и испытаний прототипа рыночной продукции) из-под антимонопольного законодательства. Это сыграло большую положительную роль в интенсивном наращивании промышленного потенциала страны, ее конкурентоспособности на мировых рынках, в успехах Японии на этих рынках. Основные конкуренты опоздали с аналогичными шагами лет на 20–25.

Приведем мнение американских экспертов, специально изучавших японскую систему ИР. «Основная функция японского правительства состоит в том, чтобы выбрать или организовать и проконтролировать выбор приоритетных технологий, уменьшить экономический риск, обычно ассоциируемый с новой техникой, и помочь промышленным фирмам в организации крупномасштабного производства. Прямая финансовая поддержка правительством ИР в приоритетных отраслях промышленности менее важна, чем сам факт причисления им (правительством) той или иной отрасли к числу приоритетных. Существует целый ряд как осязаемых, так и скрытых выгод, которые “стекаются” к таким отраслям. Приоритетная отрасль приобретает престиж и всеобщее признание. Частные банки охотно предоставляют ей долгосрочные кредиты, потребители и поставщики склонны оказывать ей предпочтения, чиновники в различных правительственных организациях более отзывчивы и внимательны к нуждам тех фирм, которые относятся к приоритетным отраслям» (27, с. 228).

Бюджет науки в Японии разбросан по всем министерствам, имеющим НИИ или иные исследовательские учреждения. Каждое министерство «потребляет» выделяемые ему средства внутри самого себя, практически ничего не отдавая на сторону. И государственный сектор в целом, считая государственные университеты и колледжи, осваивает практически весь бюджет в своих рамках. Лишь примерно 10% государственного бюджета науки направляется в частный сектор. Примерно такая же ситуация имеет место в частном промышленном и в университетском секторах. Первый, кроме собст-

венных средств, получает немного от государства и из зарубежных источников. Отдает он на сторону – университетам и государственным НИИ за отдельные проекты – немногим более 1–1,5% собственных денег.

Такая почти полная автаркия секторов науки – тоже специфично японская ситуация. Она свидетельствует о том, что государственная политика, предусматривающая кооперацию секторов, взаимную передачу технологий, совместные проекты, пока успеха не имела. В других странах движение денег между секторами гораздо интенсивнее, чем в Японии. В США, например, правительство передает в частный сектор около 30% своих ассигнований на науку, примерно столько же – в университеты, ему не принадлежащие, а в пределах государственного сектора расходует только 37–38%. В Германии в частный сектор уходит 14% правительственных ассигнований, в университеты – 46%, а в государственном секторе осваивается 40% (28, с. 157).

Таблица 12 (29)

Распределение объемов ИР по видам работ (%)

Год	Фундаментальная наука		Прикладная наука		Разработки	
	общие расходы	расходы государства	общие расходы	расходы государства	общие расходы	расходы государства
1992	13,9		24,4		61,7	
1993	14,8		24,0		61,2	
1994	15,0		24,6		60,5	
1995	15,5		24,5		60,0	
1996	14,6		24,3		61,1	
1997	14,3	21,3	24,4	31,8	61,3	46,8
1998	14,4	24,5	24,6	29,9	61,0	45,6
1999	14,6	25,0	23,5	27,9	61,8	47,1
2000	14,7	27,6	23,9	26,8	61,4	45,7
2001	14,6	30,6	23,4	24,1	62,0	45,3

Следует рассмотреть еще один аспект финансирования науки Японии – как выделяемые на нее средства распределяются по видам исследований. В табл. 12 показано распределе-

ние по трем категориям (фундаментальные, прикладные исследования и разработки) общенациональных расходов и расходов государства. Для того чтобы продемонстрировать стабильность процентных соотношений (в общенациональных расходах) между видами ИР во времени, был рассмотрен достаточно длительный период (десять лет).

Как следует из таблицы, государство увеличивает в своих НИИ долю фундаментальных исследований за счет прикладных. Но на распределении общенациональных расходов это мало сказывается, поскольку государственные расходы составляют примерно 1/5 общенациональных. В промышленности следующее распределение средств: фундаментальные исследования – около 6%; прикладные исследования – 20–21, разработки – 72–73%. На протяжении десяти лет соотношения не менялись. В университетах наблюдается иная картина: 53–54% приходится на фундаментальные исследования, 36–37 – на прикладные и 9% – на разработки.

В настоящее время завершены сроки второго базового плана развития науки и техники (30), он закончился в 2005 г.

План, как часть стратегии развития страны в XXI в., должен был стать значительным шагом на пути к тому, чтобы Япония сохранила и упрочила свои позиции. Для этого она должна быть «нацией, содействующей прогрессу мира путем созидания и использования научного знания; обладающей конкурентоспособностью на мировой арене и способностью к стабильному поступательному развитию; обеспечивающей безопасность и высокий уровень жизни своих граждан» (30, с. 5).

Перечислим приоритетные направления развития ИР, которые должны обеспечить решение стоящих перед нацией задач. Во-первых, – и это рассматривается как основное условие успеха – необходимо развивать фундаментальную науку. Япония продолжает прилагать усилия к тому, чтобы сломать традиционную рутину и создать открытую, конкурентную, творческую атмосферу в своих исследовательских центрах. В плане предусматриваются меры, которые должны содействовать решению этой проблемы, например предоставление национальным университетам статуса «независимого административного учреждения», финансируемого государством, но обладающего большими (чем раньше) правами распоряжаться своими средствами, решать кадровые вопросы и т.п.

Большие надежды возлагаются на расширение конкурсного финансирования проектов по заявкам конкретных ученых или организаций с рассмотрением и оценкой заявок по образцу американского Национального научного фонда. В качестве примера применения конкурсного финансирования можно назвать программу «Стратегический фонд для создания международных штаб-квартир науки в университетах», объявленную Министерством образования, культуры, спорта, науки и технологии. Программа начала свою работу с 2005 г. Участие в ней может принять любой университет, частный или государственный, и, если его заявка пройдет экспертный отбор, получить грант на пять лет, заключив с министерством соответствующее соглашение. Далее базовый план предлагал также постепенно заменять систему пожизненного найма контрактами на определенный срок, которые можно продлевать по желанию.

Особое внимание должно быть обращено на молодых ученых. Тем из них, кто проявляет выдающиеся способности, следует предоставить возможность продвижения по службе, возможность ускоренной карьеры. Короче говоря, ставится задача организационной перестройки науки по европейско-американскому типу. Как было отмечено, это делается уже не в первый раз, и пока особых успехов на уровне реальных дел, а не лозунгов японцы не добились. Однако в плане говорится и о том, что, создав плодотворную творческую атмосферу в науке, Япония должна стремиться к широкому международному признанию ее достижений. Для этого она должна всячески содействовать «умножению числа японских ученых, получающих международные премии типа Нобелевской, и выходу по числу нобелевских лауреатов на уровень передовых европейских стран, для чего в течение 50 лет увеличить число японских получателей этой премии на 30 человек» (30, с. 5). О реальности такой задачи составители плана, похоже, не задумывались.

Правительство Японии определяет две группы приоритетных направлений ИР. Четыре приоритета первой группы – это науки о жизни; информатика и телекоммуникации; изучение и охрана окружающей среды; нанотехнология и новые материалы. Определены также четыре приоритетных направления второго порядка, особо важных для жизнедеятельности страны: энергетика; технологии обработки изделий; инфра-

структура и исследования «на границе известного», т.е. изучение космоса и Мирового океана. Сами японцы, оценивая свой уровень ИР в областях первой группы, считают, что в науках о жизни, несмотря на некоторые успехи (расшифровка генома риса и некоторых микробов, клонирование домашних животных), в целом они отстают от США и Европы. В области информатики и телекоммуникации (ИТ) обгоняют их, особенно в разработке мобильных телефонов, оптических линий коммуникаций и ИТ терминалов, но уступают США лидерство в программном обеспечении и производстве персональных компьютерах. В исследованиях окружающей среды Япония, США и Европа находятся примерно на одном уровне, а в области нанотехнологии и материаловедения Япония впереди, при этом справедливо расценивают нанотехнологию как универсальный инструмент совершенствования всех других областей науки и техники (30, с. 17–20).

2.1.4. Россия между двумя эпохами – индустриальной и постиндустриальной

Определить место России в мировом инновационно-информационном процессе, используя только финансовые показатели развития науки, будет недостаточно обоснованной попыткой. Здесь необходим аналитико-синтетический подход с привлечением количественных показателей финансирования в их неразрывной связи с качественным содержанием.

Итак, показатели, характеризующие положение с финансированием науки в Российской Федерации, свидетельствуют о том, что Россия находится в индустриальной эпохе. Обоснование этого утверждения мы дадим немного позже. Есть ли у нее шансы перехода на постиндустриальную модель социально-экономического развития? Попытаемся ответить на поставленный вопрос.

В настоящий момент этап общественного развития, который формируется в передовых странах мира, начиная с середины прошлого столетия называют «становлением информационного общества» (ИО). Были и другие варианты (например, технотронное общество), но они постепенно отпали, а термин «информационное общество» фактически уже обрел статус официального, поскольку широко используется не

только в средствах массовой информации, но и в документах правительственных и международных организаций. Более того, в ряде стран в последнее десятилетие появились и в настоящее время действуют на международном уровне государственные и межгосударственные программы, непосредственно нацеленные на развитие ИО, включение в процесс его строительства развивающихся стран и превращение этого процесса в глобальный, охватывающий подавляющее большинство государств мира.

Индустриальное общество, сменившее в ходе промышленной революции аграрное, в свою очередь уступает место постиндустриальному, первый этап которого – создание информационного общества. Информатизация не становится самодовлеющей целью, она выступает как наиболее эффективное сегодня средство обеспечения научно-технического и социально-экономического развития.

В ИО особое значение приобретают качество труда, его квалификация. Информационной экономике нужны работники с высокой профессиональной подготовкой, широко образованные, способные участвовать в стратегическом планировании. Это меняет отношения между работниками и работодателями, придает им скорее партнерский, чем «эксплуататорский» характер. Работники становятся не рабочей силой, а человеческим капиталом предприятия. В связи с этим возрастают роль и ответственность системы образования во всех ее звеньях. Она должна обеспечить подготовку требуемого числа специалистов, включая научную элиту, и общий уровень грамотности населения, необходимый гражданскому обществу. Система образования насыщается информационными технологиями. Получают широкое распространение такие формы обучения в вузах, как дистанционное, двойное высшее. Формируется потребность в пожизненном образовании, которое позволило бы поддерживать или повышать социальный статус в условиях чрезвычайно быстрого изменения производственной базы, средств производства, орудий труда.

Однако наличие, распространенность и быстрое развитие информационных технологий не являются единственными особенностями современного общества, хотя его и называют информационным. Главный, на наш взгляд, его признак – это ведущая роль научно-технического потенциала во всей системе производительных сил. Отсюда второй часто употреб-

ляемый в литературе термин – «общество знания» или «общество, основанное на знании». Новая роль науки как основы благосостояния общества является наиболее весомым, бесповоротным и перспективным изменением, произошедшим в жизни человечества за последние примерно полтора века, оно не бросалось в глаза на фоне войн, революций и прочих крупных событий того периода, а происходило постепенно, без рывков, но постоянно. Ныне такие традиционные факторы, как размеры территории, климат, запасы полезных ископаемых, отступают на второй план. «Вырастает новая экономика информационного века, в которой главным источником богатства являются не природные ресурсы и физический труд, а знания и коммуникации» (цит. по: 38, с. 9).

Рассматривая характерные особенности ИО, хотелось бы подчеркнуть, что среди обществоведов единого отношения к этому термину и к современному этапу развития как к принципиально отличному от предыдущего нет. Термин явно связан с технологическим подходом. Но появление информационных технологий (ИТ) и их интенсивное распространение вполне сравнимо с появлением и распространением электричества и электротехники во все отрасли производства и сферы услуг, в быт и бытовую технику во второй половине XIX – начале XX в. Революция электронная, а затем и электронно-вычислительная техника – это прямое продолжение эволюции электрической. Но никогда не возникала идея называть общество того времени «электрическим». Использовался более общий термин – «индустриальное», отражавший и характер технологической базы и социальной структуры, и прочие аспекты общества тех времен. Информационная техника при всем ее бурном развитии фундаментальных изменений в социальную и политическую организацию общества не вносит. Многие футурологи считают, что XXI век станет веком не физики, каким был XX век, а веком биологии и соответствующих технологий. И как тогда называть общество? Биологическим? На наш взгляд, термин «постиндустриальное» покрывает все грядущие времена. А внутри постиндустриального общества можно выделять отдельные этапы, связывая их (или не связывая) с той или иной технологией.

А теперь попытаемся коротко охарактеризовать ситуацию с информатизацией в Российской Федерации.

Россия не может и не должна изолироваться от мировых тенденций развития. Задача перехода к ИО стоит и перед ней. Как отметил президент РФ, 16 мая 2003 г. выступая перед Федеральным собранием с посланием, «ни одна страна, каких бы размеров и какой бы богатой она ни была, не может развиваться успешно, если она изолирована от остального мира». Россия участвовала в принятии Окинавской хартии глобального информационного общества (июль 2000 г.), разделяет изложенные в ней идеи и готова внести свой вклад в достижение поставленных Хартией целей. Но, как и у любой страны, путь России в ИО должен отвечать ее национальным интересам и исходить из ее особенностей. Универсальных рецептов тут нет, есть лишь общие принципиальные ориентиры, определяющиеся изложенными выше характеристиками. Суть концепции развития ИО в нашей стране должна состоять в том, чтобы адаптировать эти ориентиры к конкретным российским социально-экономическим, социокультурным и государственно-политическим условиям.

Современные информационные технологии начали успешно развиваться в России вскоре после Второй мировой войны. Однако из-за ошибочных решений руководства страны этот процесс замедлился, и по-настоящему, хотя и крайне непоследовательно, мы вступили на путь информатизации лишь в конце 80-х – начале 90-х годов, когда были преодолены идеологические установки, рассматривавшие этот процесс как диверсию империализма. В ходе последовавшего десятилетия непродуманных, хаотичных реформ ИТ проникали в нашу страну, но процесс этот был неупорядоченным. Россия информатизировалась, но информатизировалась крайне односторонне, только как потребитель наиболее простых и популярных ИТ. Импортировались компьютеры, телефоны и телефонные станции, программное обеспечение, в том числе множество игр, игровых приставок, бытовая электроника и т.д. А в то же время разрушалась основа основ ИО – научный потенциал России, нищала и деградировала фундаментальная наука, разваливались, теряли кадры отраслевые научные центры, даже те из них, которые работали на самом высоком мировом уровне, опережая другие страны по ряду важнейших направлений. Условия для развития малого инновационного наукоемкого бизнеса не создавались, инвестиционный климат был крайне неблагоприятным. В России склады-

вался олигархический, пронизанный сверху донизу криминалом, хищнический капитализм, бесчинствовала бюрократия и отчетливо проявлялись тенденции к местному сепаратизму, зрела угроза распада. И лишь в последние годы обстановка начала несколько меняться. К 2003 г. Россия прошла уже значительный отрезок по пути «потребительской» информации и по темпам роста таких показателей, как масштабы компьютерного парка, в том числе персональных ЭВМ, число подключений к Интернету, число хостов в Интернете, количество телефонов, особенно сотовых, и т.п., обгоняет многие страны. В значительной степени оснащены информационной техникой банки, торговля, страховые учреждения, многие производственные организации, школы, библиотеки, вузы, административные органы управления, бухгалтерии, бурно развиваются интрафирменные сети.

Задача сегодня состоит не в создании неких новых принципов и подходов к информатизации российского общества, а в разработке конкретной реализуемой системы мер и последовательности их осуществления, определении размеров и форм государственной правовой, политической, финансовой и административно-организационной поддержки, призванной обеспечить выполнение намеченного. Такого рода программа должна разрабатываться на федеральном уровне, но содержать масштабный региональный компонент, а лучше – дополняться программами информатизации, разрабатываемыми в каждом субъекте Федерации с учетом его специфики. При разработке такого рода материалов необходимо иметь в виду два важных концептуальных момента и в определенной мере ими руководствоваться.

Во-первых, традиционные отрасли хозяйства в ходе информатизации общества не разрушаются и не исчезают (нам все еще нужно питаться, одеваться, строить дома, дороги, производить оружие и т.д.), они технически и организационно преобразуются, на базе вторичных ИТ повышается уровень автоматизации, сокращается число работников, растет объем выпуска, отрасли превращаются в наукоемкие. Распространенный тезис о том, что Россия должна перестать быть ресурсодобывающей страной и стать обществом высоких технологий, не следует воспринимать как противопоставление различных секторов экономики.

Во-вторых, необходимо постоянно учитывать, что, догоняя, повторяя и заимствуя, догнать, а тем более вырваться вперед невозможно. Опираясь на науку, на ее фундаментальные достижения, необходимо ставить цели и намечать параметры, превосходящие уже достигнутые где-либо в мире. Экономика, основанная на знании, еще настолько молода, что мы видим первые проблески ее отдаленных последствий. Определяя научно-технические вехи информатизации России, надо заглядывать в завтра, иначе нам не встать в один ряд с ведущими державами современности.

Все сказанное позволяет наметить ряд основных направлений развития ИО в России.

1. Сохранение и всемерное развитие научно-технического потенциала страны. Российская наука сегодня в очень трудном положении: нищенская зарплата, утрата престижа профессии ученого, утечка умов, разрыв поколений. В РФ в 1998 г. доктора и кандидаты наук в возрасте до 39 лет включительно составляли всего-навсего 13,3% от общей численности этой категории исследователей. В группе от 40 до 49 лет их было 25,1%, а от 50 и старше – 61,6, в том числе 60 и старше – 30,6%. В США возрастная структура по соответствующим группам выглядит совершенно иначе: 43,6; 29,6 и 24,3%. При этом динамика этих показателей у нас и в Америке, да и в других развитых странах противоположна (39, с. 125). Это очень опасная тенденция, и ее необходимо переломить, иначе мы дальше потребительской информатизации никогда не пойдем. Науке нужны молодые кадры (пока еще есть кому их научить – скоро будет некому!), новейшее оборудование, достойное финансирование. Нынешнее правительство этих проблем не решает, создавая тем самым очень серьезную угрозу будущему страны. Россия тратит на ИР в 26 раз меньше, чем США, в 9,6 раза меньше, чем Япония, в 4,5 раза меньше, чем Германия. С такой финансовой базой претендовать на сколько-нибудь солидное место в мировом инновационно-информационном процессе нереально (40, с. 42–43).

2. Политическое руководство России в течение последних 20 лет не уделяло внимания науке и не оказывало ей финансовой поддержки, которой она заслуживала. Тем самым оно (руководство) упустило из поля своего зрения кардинальные изменения, происшедшие в сфере научной деятель-

ности. Научные исследования с их инфраструктурой в современном обществе превратились в сложную индустрию по воспроизводству научных знаний, которая по своим интеллектуальным, финансовым и материальным ресурсам обрела масштабы, сопоставимые, например, с обороной страны. Раньше, повторим, неограниченные научные, финансовые и материальные ресурсы направлялись ведущими государствами мира на гонку вооружений, а теперь – на создание мощного научно-образовательного потенциала, который является основой могущества государства той или иной страны, сумевшей создать такой потенциал. Основным критерием оценки деятельности российского правительства служит его отношение к науке. Оно в кратчайший срок должно создать в стране динамичную и эффективную систему поддержки научно-технической деятельности. Без нее все попытки создать региональные инновационные комплексы, а тем более общероссийскую систему, нереальны.

3. Сохранение и развитие системы образования, среднего, особенно высшего. Ситуация здесь с научным потенциалом и профессорско-преподавательским составом немногим лучше, чем в науке в целом. Коммерциализация обучения часто сопровождается падением его качества, иногда до абсолютно неприемлемого уровня. Информатизация высшей школы должна идти параллельно с созданием исследовательских университетов, способных конкурировать с лучшими мировыми вузами типа Кембриджа, МТИ, Калтеха, с развитием научно-образовательных центров, а также с превращением лучших вузов страны в инкубаторы малого наукоемкого инновационного бизнеса.

4. Радикальные изменения к лучшему инвестиционного климата в стране. Необходимо решительно переломить ситуацию, отпугивающую зарубежный капитал, – ситуацию, при которой насквозь коррумпированная чиновничья бюрократия, с одной стороны, и криминал – с другой, продолжающийся передел собственности, сплошь и рядом незаконными и квазизаконными способами, недостаточная политическая нестабильность выталкивают из страны национальный капитал, заставляя его хищнически вести хозяйство и очень солидную часть своих операций и доходов уводить в тень. Здесь в первую очередь необходимы меры законодательного

характера: «кнут» по отношению к чиновничеству и преступности и «пряник» для потенциальных инвесторов.

5. Обеспечение технической самостоятельности России в разработке базовых информационных технологий и производстве микроэлектроники, образующей основу всех коммуникационных систем. Без собственной элементной базы мы обречены на вечное «потребительство» и отставание. Сегодня, продавая лучшие в мире по своим летным качествам истребители, мы вынуждены ставить на них импортную авионику, и аналогичная ситуация часто складывается с другими видами вооружений.

6. Использование всех возможностей ИТ и других наукоемких технологий для достижения и/или укрепления ведущих позиций в тех областях, где мы либо сохраняем еще техническое лидерство и имеем научный задел, либо благодаря природным богатствам и географии страны имеем возможность выйти в лидеры на международном уровне. К таким областям относятся:

- в атомной энергетике создание реакторов четвертого и пятого поколений с автоматизированной системой контроля безопасности, полной переработкой и утилизацией отходов АЭС;

- добыча и глубокая переработка, а также транспортировка энергоносителей. Необходимо с помощью внедрения вторичных ИТ добиться того, чтобы наши запасы эксплуатировались эффективнее и экологически безопаснее, чем это делается в других странах. То же самое относится к добыче и переработке других видов полезных ископаемых, а также иных природных ресурсов – леса, рыбы и т.д. Сегодня во многих этих отраслях царят хищничество и воровство;

- разработка новейших видов вооружений, а также гражданского авиастроения, кораблестроения, в том числе судов на подводных крыльях и вездеходов;

- развитие космической техники и ракетостроения;

- использование географического положения России в качестве «моста» между Европой и Юго-Восточной Азией, Европой и Северной Америкой, а также территории, над которой проходят кратчайшие трассы авиатранспорта из Северной Америки в Азию. Для этого следует сосредоточить мощь наукоемких технологий на развитии скоростного железнодорожного транспорта и на оборудовании воздушных

коридоров «север – юг». При надлежащем инвестиционном климате в стране для такого рода проектов несомненно найдутся состоятельные зарубежные партнеры;

- ускоренное развитие индустрии программирования, которое уже достаточно давно составляет одну из сильных сторон нашего научно-технического потенциала, но которому не хватает масштабности;

- возрождение и развитие всех современных направлений биологической науки, в том числе биотехнологии, генетики и геномной инженерии, молекулярной биологии и т.д. Все эти дисциплины не могут прогрессировать без мощной поддержки ИТ. Любая претендующая на заметную роль в международном потенциале страна должна обладать сильными позициями в науках биологического профиля;

- как можно более масштабное внедрение ИТ в медицину и здравоохранение, импорт новейших приборов, установок и методик, организация совместных предприятий, собственных фирм, любых форм, позволяющих решать проблемы данного направления;

- продолжение компьютеризации всех уровней государственного управления в стране – федерального, регионального и местного. Обучение (со сдачей обязательных для соответствия должности экзаменов) всех чиновников компьютерной грамотности, включая методы компьютерного моделирования и анализа объектов управления и процессов управления соответствующего уровня.

В заключение раздела о государственном финансировании науки приведем сводную таблицу, демонстрирующую расходы стран «Большой восьмерки».

Данные таблицы говорят сами за себя и не требуют особых комментариев. Россия уступает всем другим странам «Восьмерки», при этом следует учитывать, что курс ППС является наиболее «щадящим» для РФ, любой другой вариант дал бы еще менее утешительную картину. Следует также иметь в виду и соотношение численности населения. По этому показателю Россия уступает в «Восьмерке» только США и не намного превосходит Японию, но население всех остальных государств гораздо меньше по численности, чем в РФ (41). К примеру, население Канады – всего 31,6 млн. человек – меньше, чем население Московского региона, но и эта страна выделяет на ИР больше средств, чем Россия.

Сравнивая данные за 2002 и 2003 гг., можно отметить хоть и небольшой, но положительный сдвиг в пользу РФ. Является ли это устойчивой тенденцией – покажет время. Решающий фактор – укрепление национальной промышленности и частного сектора в целом, его позиция по отношению к науке, его потребность в инновациях, востребованность науки со стороны экономики.

Таблица 13

**Общенациональные расходы на науку стран
«Большой восьмерки», 2008 г. (млрд. долл. 2000 г.)**

Страна	Общенациональные расходы на ИР (млн. долл., курс ППС)	Отношение расходов страны к расходам РФ (разы)
Канада	19,4	1,2
Франция	35,9	2,4
Германия	53,8	3,5
Италия	16,7	1,1
Япония	107,7	7,1
Великобритания	28,8	1,9
США	274,2	18,0
Россия	15,2	1*

Источник: 37, т. II, с. А4-61.

* По данным С. Миронина (статья «Почему Китай обгоняет Россию», <http://www.contr-tv.ru/common/2298>), в настоящее время этот показатель равен 1,29%.

Возвращаясь к оценке государства, как одного из основных, если не основного внешнего фактора, определяющего современную ПНТР, подчеркнем, что его роль отнюдь не сводится к участию в обеспечении науки ресурсной базой. Эта функция, хоть и может рассматриваться как концентрированное, суммарное выражение всех остальных, последние не заменяет. Сегодня государство выступает по отношению к науке по крайней мере в шести ипостасях:

- как законодатель, устанавливающий фундаментальные правовые основы функционирования общества в целом и конкретные нормы, регулирующие деятельность каждого его сегмента, в частности научно-технического;
- как один из главных источников средств на научные исследования и разработки;
- как крупный заказчик и потребитель технической продукции, в том числе единичной и уникальной;

- как важный субъект научно-технической деятельности (государственный сектор ИР);
- как координатор совместной деятельности всех секторов, направленных на развитие национального научно-технического потенциала в целом;
- как политическая сила, способная в значительной мере определить отношение всего общества к проблемам развития науки и техники.

Первая из перечисленных ролей государства – законотворчество – уникальна: никто, кроме него, законов и подзаконных актов не издает; во всех остальных случаях оно выступает как одно из действующих лиц наряду с частными фирмами и корпорациями, различными фондами, общественными организациями, политическими партиями, однако всегда его влияние является весомым, а зачастую решающим. Любопытно проследить, как интенсивность законотворчества, касающегося научно-технической сферы, возростала со временем в последние, скажем, два столетия. В одном из докладов рабочей группы специалистов, готовивших материалы для рассмотрения вопросов научно-технической политики на заседании Конгресса США, приводится перечень законодательных актов, принятых в период с момента создания этого государства по 1984 г. и так или иначе связанных с развитием научно-технического потенциала страны. При анализе перечня обращают на себя внимание два момента. Во-первых, примечательно, что американское государство рассматривало заботу о прогрессе науки, литературы и искусства как одну из своих функций буквально с первых дней обретения независимости. При обсуждении проекта конституции высказывалось много предложений о создании национальных университетов, семинаров, научных обществ, системы наград, субсидий и т.д. Правда, в саму Конституцию 1787 г. вошло лишь одно прямое упоминание о науке: «Конгресс облачается властью содействовать прогрессу науки и полезных искусств путем закрепления за авторами и изобретателями на ограниченный срок исключительного права на их произведения и изобретения» (ст. 1, раздел 8) (цит. по: 31, с. 79). Но многие из упоминавшихся инициатив были реализованы помимо конституции. Во-вторых, четко прослеживается тенденция роста числа законодательных актов по проблемам науки и техники по мере приближения к нашим дням. Всего в перечень вклю-

чено 356 документов, от крупных законов до мелких указов о переименовании какого-либо административного подразделения или даже материалов слушаний в комитетах и подкомитетах Конгресса, которые законами как таковыми не являются. К периоду 1787–1900 гг. относятся всего 24 документа, т.е. в те времена Конгресс и президент рассматривали связанные с наукой и техникой проблемы далеко не каждый год. За 1901–1941 гг. документов было 76 – уже больше, чем лет в указанном отрезке времени. За 1945–1970 гг. – 113 документов, за 1971–1984 гг. – 143, больше десятка на каждый год периода. Проблемы роста научно-технического потенциала, укрепления его связей с народным хозяйством, повышения эффективности ИР, обеспечения на этой основе конкурентоспособности страны, вопросы подготовки кадров исследователей сегодня практически не сходят с повестки дня законодательных органов передовых стран мира.

Перейдем к рассмотрению второго из основных внешних факторов, определяющих парадигму современного научно-технического развития, – взаимодействие науки с широкой общественностью, отношение последней к науке и ее роли в обществе.

2.2. Наука в глазах широкой общественности

В данном разделе мы постараемся осветить уровень интереса к науке, отношение к ней широких слоев населения развитых стран с учетом уровня его научной грамотности и некоторые проблемные вопросы развития науки, затрагивающие интересы простых граждан. Во многом все это определяется степенью информированности населения, поэтому прежде всего выясним, откуда оно черпает знание о состоянии науки и ее проблемах. Материалами в этом случае являются данные социологических опросов, которые с большей или меньшей регулярностью проводятся во многих странах. Особенно активны социологические службы США. В упомянутом докладе президента США Конгрессу о состоянии науки и образования – «Индикаторах науки и техники» (Science and Engineering Indicators) – всегда есть раздел об отношении населения к науке, о понимании гражданами научных терминов, об их мнении о различных актуальных на-

учных проблемах. Составители раздела в последних выпусках используют не только американские данные, но и материалы других стран – Европейского союза, Канады, Китая, Японии, Кореи, Малайзии, России. Например, в докладе 2006 г. было использовано 19 источников. В опросах, проводившихся национальными и международными организациями, участвовали от 800 до 8 тыс. респондентов, а погрешности оценок не превышали 3,1%. Далее мы пользуемся в основном данными этого доклада (36).

Результаты обследований свидетельствуют, что большинство взрослых людей во всем мире узнают о последних достижениях науки и техники из телевизионных передач. Интернет тоже используется широко, но от телевидения пока значительно отстает. В то же время он является единственным источником, число пользователей которого непрерывно возрастает год от года. Кроме того, он лидирует среди источников, к которым люди обращаются по собственной инициативе, чтобы получить информацию о какой-либо научно-технической проблеме. Телевидение неинтерактивно, а кроме того, общедоступные телевещательные сети уделяют науке мало внимания. Например, в 2005 г. американское телевидение показало 25 программ, посвященных науке и технике. Это само по себе мало, да к тому же по PBS-каналу, который смотрят почти все семьи США, транслировались только три из них, а остальные – по кабельным и спутниковым каналам, специализирующимся на разного рода популярных программах о науке (Science Channel, National Geographic, History Channel, NASA TV и т.д.), где количество зрителей гораздо меньше. В общем, большинство телезрителей узнают о достижениях науки и техники главным образом из программ новостей и иных передач, где научные сведения или сведения о науке основным содержанием не являются. По данным 2004 г., для половины американцев (51%) TV – главный источник новостей вообще. На втором месте были газеты, на третьем – Интернет (соответственно, 22 и 12%). Четвертое и последующие места в качестве основных источников информации заняли радио (8%), журналы (3%), друзья и коллеги (3%); на последнем месте – книги (1%). Это вполне объяснимо, так как книги обычно не содержат текущих новостей общего плана.

На вопрос об основном источнике новостей о науке и технике ответы расположились сходным образом, но не идентично предыдущим: телевидение (41%), Интернет (18%), газеты и журналы (по 14%), книги (5%), друзья и знакомые (4%), прочие источники (2%), а 1% респондентов не смогли назвать вообще ни одного источника, поскольку, видимо, наукой и техникой просто никогда не интересовались. По сравнению с 2001 г. наиболее заметным изменением стало увеличение числа ответов в пользу Интернета. В 2001 г. он занимал второе место после TV, но с гораздо большим отрывом.

Что же касается информации по специфичным конкретным вопросам, в тот или иной момент интересующих респондента, то на первом месте среди источников с большим отрывом, естественно, располагается Интернет (52%); TV отходит на далекое второе место (13%) и практически выравнивается с книгами (12%); журналы занимают четвертое место (9%), затем следуют прочие источники (5%), друзья и коллеги (2%), а 1% опять ответили «не знаю».

Когда люди черпают свои познания о науке и технике из телевизионных передач типа новостей, этот процесс не является целенаправленным. Они получают некоторый фрагментарный объем, часть из которого фиксируется более или менее случайным образом. Исключение составляют телезрители, которые специально выбирают научно-познавательную программу или передачу. Иное дело – получение информации по Интернету. Этот процесс обычно целенаправлен и потому более эффективен. Число респондентов, которые на вопрос «К какому источнику информации вы обратитесь, если вам надо узнать что-то о конкретной проблеме научного плана (потепление мирового климата, биотехнология и т.д.)?» ответили «к Интернету», выросло за 2001–2004 гг. с 44 до 52%. В основном этот прирост произошел за счет тех, кто ранее обращался к книгам. В 2001 г. почти четверть опрошенных назвали книги основным источником информации о научных проблемах, а в 2004 г. их число уменьшилось вдвое (12%). Это свидетельствует о том, что издания типа энциклопедий и толковых словарей в качестве источника знаний для широкой публики отходят на второй план.

Одна из причин описанного сдвига – тот простой факт, что энциклопедии можно найти в Интернете, где поисковые системы заменяют менее удобное листание страниц. Британ-

ская энциклопедия и энциклопедия «*Encarta*» (42) доступны в режиме реального времени. Купить подписку на электронную энциклопедию намного удобнее, чем посещать библиотеку или приобретать тома книг. Подписка в Интернете стоит дешевле, более удобна в обращении, не устаревает и не требует места для хранения. Сегодня текущие издания основных газет и журналов тоже доступны в Интернете в режиме онлайн. Читать электронную версию гораздо удобнее, чем листать множество страниц, переполненных рекламными объявлениями.

Судя по данным опросов, люди с более высоким уровнем образования и с более высокими доходами меньше полагаются на TV и больше используют Интернет в качестве источника новостей и прочей информации. Мужчины используют Интернет чаще, чем женщины.

В других странах основным источником информации о науке и технике у широких слоев населения также является телевидение. В странах Европейского союза (ЕС) его поставили на первое или второе место 60% респондентов (2001 г., Евробарометр), печатные издания – на третье место (37%), затем идут радио (27%), школа или университет (22%), научные журналы (20%) и Интернет (17%), причем данные по отдельным странам – членам ЕС отличались друг от друга незначительно.

В России в 2003 г. главным источником информации назвали TV 87% респондентов (в 1996 г. – 82%), газеты и журналы в 1996 г. были основными источниками для 45%, в 2003 г. – для 50%. Третье место занимало радио (44% в 2003 г.), затем беседы с друзьями, коллегами и родственниками (29%), реклама (17%) и научно-популярные журналы и книги (13%). Только 6% респондентов назвали Интернет и 2% – музеи и выставки. В 2003 г. 5% опрошенных заявили, что новости науки и техники их не интересуют.

Приблизительно так же выглядят статистические данные по ряду азиатских стран (Китай, Южная Корея, Малайзия, Япония). В Японии в 2001 г. 91% респондентов назвали источником сведений о науке и технике телевидение, на втором месте – газеты (70%) и т.д. Интернет оказался упомянутым в 12% случаев, и лишь 2% заявили, что часто читают научно-технические журналы, изредка их читают еще 16%. В Южной Корее Интернет упомянули 13% опрошенных, а в Китае – всего 2%.

Западные, и в первую очередь американские, организации, ведущие мониторинг научно-технического развития, следят за Китаем в последнее время очень внимательно. Институт Гэллапа, например, с 1997 г. проводит ежегодные обследования, фиксируя использование китайцами компьютеров и Интернета. Данные последних опросов свидетельствуют, что использование и того и другого растет очень быстро. В 1997 г. во всем Китае компьютерами владели лишь 2% семей, в 1999 г. их стало 4%, а в 2004 г. — уже 13%. К концу 2004 г. в десяти самых больших китайских городах 47% семей имели по крайней мере один компьютер, а в Пекине этот показатель был равен 66%. Около четверти опрошенных (24%) в 2004 г. сообщили, что они регулярно пользуются компьютером на работе, в школе, дома или еще где-нибудь, а среди молодежи (18–24 года) таковых было 62%.

Кроме того, в 2004 г. 12% опрошенных граждан Китая в возрасте 18 лет и старше сообщили, что они пользовались Интернетом (в 1999 г. их было лишь 2%). Среди взрослого населения в 1997 г. только 10% слышали об Интернете. В городах эта цифра была больше, чем в сельской местности (соответственно, 28 и 2%). Интернет используется главным образом в больших городах (в Пекине — 47%, в Шанхае — 36%). Молодые люди (18–24 года) в городах пользуются Интернетом гораздо больше, чем люди старше 40 лет (соответственно, 74 и 5%). В конце 2004 г. примерно 7% семей в Китае имели дома широкополосный Интернет, причем в Пекине и Шанхае их было гораздо больше (соответственно, 38 и 32%). На вопрос о целях использования Интернета 72% опрошенных ответили, что их интересуют новости, 63% прибегают к услугам сети, чтобы выяснить, что собой представляет какая-либо организация, или найти сведения о каком-нибудь интересующем их природном явлении, историческом событии и т.п., а 59% используют сеть в основном для получения информации о погоде или спортивных состязаниях.

2.2.1. Интернет как набирающий популярность источник научно-технической информации

За последнее десятилетие Интернет получил признание как важный источник новостей, но доставка (извлечение, до-

бывание) информации по сети в режиме онлайн еще не стала для большинства американцев и жителей других стран столь же повседневной рутиной, как просмотр программ новостей по телевизору, чтение газет или прослушивание радио. Когда в США респондентов спросили о том, каким образом они «получали новости вчера», то оказалось, что Интернетом пользовались 24%, тогда как по телевизору смотрели новостные передачи 60%, 42% читали ежедневные газеты, а 40% слушали радио. На работу с Интернетом все опрошенные потратили гораздо меньше времени, чем на другие информационные источники.

Степень охвата населения США компьютерной техникой и Интернетом возрастает. В 2004 г. почти 2/3 (73%) респондентов имели дома компьютер (десять лет назад таких было 31%) и доступ в Интернет (70%) (в 2001 г. – 59%). Мужчины пользуются Интернетом чаще (74%), чем женщины (66%). На этот показатель очень сильно влияет уровень образования респондента. К примеру, 90% окончивших колледж пользуются Интернетом дома, среди окончивших среднюю школу таковых 65%, а среди не имеющих среднего образования – всего 29%.

Примечательно, что за вторую половину 90-х годов очень резко выросла роль Интернета как источника знаний о науке и технике. В 1995 г. в этом качестве его отмечали только 2% респондентов, а в 2000 г. – уже 23%, и это число продолжает расти, хотя и более медленными темпами (в 2004 г. – 29%). Увеличивается и число читателей газет в Интернете в режиме онлайн.

Аудитория, пользующаяся Интернетом, – это в первую очередь молодые люди, лучше образованные, чем население в целом. Преобладают мужчины, но разрыв с женщинами сокращается. Сокращается и расовый разрыв. За 2002–2004 гг. процент пользователей сетью среди афроамериканцев повысился с 15 до 25, а среди испаноговорящих – с 22 до 32. Разумеется, и в этих случаях речь идет прежде всего о более или менее образованной молодежи. У пожилых и малообразованных людей число пользователей растет очень медленно, независимо от пола и расы.

Еще одно изменение бросается в глаза. Среди тех, кто пользуется сетью, очень быстро увеличивается доля владельцев скоростного Интернета. В 2002 г. их было 22%, в

конце 2003 г. – 37%, а в середине 2004 г. – уже близко к половине (44%).

Какие новости ищут пользователи в сети? Наиболее популярной является информация о погоде (76% – в 2004 г.). На втором месте – сведения о новинках в области медицины и естественных наук, причем последние носят практический характер и отражают персональные интересы потребителя. Динамика этого рода показателей такова: интерес к технологии относительно уменьшается, а интерес к международным и политическим новостям растет, особенно после событий 11 сентября, войн в Афганистане и в Ираке, в период президентских выборов 2000 и 2004 гг.

2.2.2. Об интересе граждан к науке и технике

В США большинство респондентов постоянно утверждают, что наука и техника их интересуют. Так происходит в опросах Национального научного фонда (ННФ) с 1979 г. и по сегодняшний день. Около 45% опрошиваемых говорят, что они очень интересуются проблемами такого рода, примерно столько же заявляют об умеренном интересе, и только 10% интереса не проявляют. В Европе эти показатели составляют, соответственно, 30, 48, 20%, причем примерно с 1992 г. число интересующихся несколько уменьшается. В качестве причины падения интереса респонденты обычно называют трудности понимания научно-технических проблем или тот факт, что они их почти не затрагивают. По странам Европы картина довольно пестрая. Россияне, подобно американцам, больше всего интересуются достижениями медицины. В 2003 г. фигурировавшие в опросе темы расположились по степени интереса следующим образом: здоровье и медицина, международная обстановка, экономика и бизнес, состояние окружающей среды, образование, проблемы старения и продолжительности жизни. Новинки техники заняли седьмое место, новые технологии – девятое, а всего было 13 тем.

Жители Азии (за исключением китайцев) проявляют к науке и технике меньше интереса, чем американцы и европейцы. По шкале в 100 баллов средний уровень интереса к изобретениям и технологиям в США равен примерно 66–69. Европа и Китай отстают, но немного, а Южная Корея, Япония

и Малайзия оставались далеко позади даже по таким проблемам, как новинки медицины. Наименьшее отставание наблюдается в вопросах состояния окружающей среды. Можно отметить, что интерес к космическим исследованиям повсеместно невелик – около 40–50 баллов.

То, что говорят опрошиваемые о своем интересе к науке и технике, как показывают специальные обследования, не всегда точно отражает реальное положение дел. Исследовательский центр Пью (*Pew Research Center*, США) в течение почти 20 лет проводит измерение так называемого «индекса интереса» к разным проблемам. Проблема попадает в число топ-новостей, если не менее 1% опрошенных заявили, что следят за ней «очень внимательно». Среди научно-технических проблем таких очень мало, и большинство из них относится к погоде, природным катастрофам и медицине, а не к достижениям техники или «прорывам» в той или иной области науки.

Еще одним показателем интереса к науке и технике является посещаемость музеев соответствующего профиля, зоопарков и библиотек. В США они популярнее, чем в других странах. В 2001 г. 30% участников опроса ННФ сообщили, что они посетили музей природы и/или техники за последний год. В Европе таких ответов было 16% (2005), в Японии – 13, Китае – 14, России – 1% (с. 7–16). Зоопарк или аквариум за последний перед опросом год посетили 58% американцев, 43% японцев, 32% китайцев, 27% западноевропейцев и 9% россиян.

С библиотеками дело обстоит сходно. Не были в библиотеке в течение последнего перед опросом года 14% американских респондентов, 41% западноевропейских и 71% россиян.

2.2.3. Самооценка респондентами своей научной грамотности

Несмотря на то что интерес к науке и технике проявляется большой, как показано выше, немногие считают себя хорошо информированными по этим вопросам. В 2004 г. лишь 15% респондентов опроса ННФ заявили, что они хорошо информированы о новых научных открытиях и об ис-

пользовании новых изобретений и технологий. 1/3 признали себя плохо информированными.

Больше всего информации американцы, по их мнению, имеют о проблемах местных школ, об экономической ситуации и положении в бизнесе. Свою информированность по этим двум вопросам по шкале в 100 баллов они оценивают в 56 и 51, соответственно. Пять проблем (новые достижения медицины, загрязнение окружающей среды, военная и оборонная политика, новые научные открытия и использование новых изобретений и технологий) получают обычно от 40 до 46 баллов, исследование космоса – 36. Уровень оценки в первую очередь зависит от образованности, особенно в области естественных наук и математики. Здесь наблюдается положительная корреляция. От уровня дохода зависимость не прослеживается. С одним-единственным исключением (вопрос о состоянии окружающей среды) – американцы и европейцы чувствуют себя лучше информированными, чем граждане Японии, Южной Кореи и Малайзии.

2.2.4. Объективная оценка научной грамотности

В данном контексте научная грамотность понимается как знание базовых научных фактов и концепций, а также понимание процесса научного исследования. На международных конкурсах учеников американские учащиеся средних и старших классов в области математики и естественных наук оказываются обычно слабее своих сверстников из других стран. Взрослые же американцы выглядят несколько лучше представителей других стран, но повсюду уровень научной грамотности довольно низок и распространены псевдонаучные идеи.

Что касается знания научных фактов, то оказывается, что многие респонденты не могут правильно ответить на целый ряд довольно простых вопросов типа «верно или нет, что...». Причем в США прогресса в этом отношении на протяжении многих лет не наблюдается. В Европе же такой прогресс имеет место, за период с 1992 по 2005 г. процент верных ответов значительно вырос. Особенно явно это происходит в Бельгии, Германии, Люксембурге, Ирландии и Нидерландах, где прирост измеряется двузначными цифрами. В Китае и

России показатели очень низкие. Так, в этих странах менее половины опрошенных подтвердили утверждение о том, что «температура центра Земли очень высокая», а в Китае та же ситуация с утверждением «континенты, на которых мы живем, меняли свое положение на протяжении миллионов лет и будут продолжать двигаться в будущем». В других странах на оба эти вопроса значительное большинство респондентов ответили правильно.

На два вопроса американцы ответили гораздо лучше всех остальных: «согласны ли вы с тем, что вся радиоактивность является результатом деятельности человека» (70% в США сказали «нет»), и верно ли, что «мужской ген определяет пол ребенка» (с этим согласились подавляющее большинство американцев и более половины корейцев). В России на последний вопрос правильно ответили 22% респондентов.

Менее половины обследованных во всех странах знали, что лазер не излучает звуковые волны. Но явное большинство помнят, что не Солнце вращается вокруг Земли, а Земля вокруг Солнца. Раньше этот вопрос у многих вызывал затруднение. Заметно возросло также число правильных ответов на вопрос, воздействуют ли антибиотики на вирусы. В США 50%-ный барьер был впервые преодолен в 2001 г. (в 1995 г. — 40%). А в 2004 г. правильных ответов было уже 54%. В Европе соответствующие показатели были меньше: в 1992 г. — 27%, в 2001 г. — 40 и в 2005 г. — 46%. В России и Китае верно ответили только 18%. И в США и в Европе проводились широкие кампании, разъяснявшие эту проблему, но и в этих регионах, а еще больше в других, очень многие все еще не знают правильного ответа и часто принимают антибиотики в тех случаях, когда они бесполезны.

Похоже также, что американцы все лучше понимают терминологию генетики. В 2001 г. при опросе ННФ дать определение ДНК могли 45% опрошенных, а в 2005 г. обследование, проведенное Институтом Гарриса (*Harris*), показало, что 60% взрослых граждан США выбирают из нескольких предложенных определений верное (генетический код живых клеток), а 2/3 смогли расшифровать указанное сокращение (дезоксирибонуклеиновая кислота).

Верные ответы положительно коррелируют с уровнем образования и доходов респондентов, а также с их полом (мужчины несколько сильнее).

Среди задававшихся во время обследований часто фигурировали два вопроса, которые стоят несколько особняком, поскольку тесно связаны с мировоззренческими позициями опрашиваемых. «Согласны ли вы с тем, что современные люди произошли от живших ранее животных?», и «Верно ли, что Вселенная образовалась в результате Большого взрыва?». В 2004 г. на первый вопрос утвердительно ответили 44% респондентов в США, в Японии так ответили 78%, в Европе и Китае – 70, в Южной Корее и Малайзии – 66, и только в России столько же, сколько в США, – 44%. На второй вопрос большинство американцев и китайцев ответили «нет».

Однако эти цифры отражают скорее не знание, а верование, по крайней мере в США. Когда вопросы меняют, добавляя к ним выражение «действительно ли ученые считают, что...», то на первый вопрос верно отвечают около 74% респондентов и на второй – 62%.

Опросы Института Гэллапа подтвердили, что в этих случаях дело заключается в убеждениях, а не в знаниях. В 2004 г. только около 1/3 американцев согласились с тем, что теория эволюции Дарвина хорошо обоснована доказательными фактами. Столько же опрошенных согласились с противоположным утверждением, а 29% заявили, что не обладают достаточными для ответа знаниями. Такая же картина наблюдалась в 2001 г. В 2004 г. 45% американских респондентов согласились с утверждением: «Бог создал людей примерно в том виде, в каком они существуют в настоящее время, приблизительно в последние 10 тыс. лет». Эта ситуация с ответами практически не меняется с момента, когда такой вопрос был задан впервые, т.е. с 1982 г.

2.2.5. Вера в псевдонауки

Несмотря на то что наука и технология высоко ценятся во всем мире, лженаучные теории продолжают процветать. Они существуют как бы параллельно с уважительным отношением общества к науке и научно-техническому прогрессу. Анализ результатов обследований, проводившихся ННФ на протяжении последних 20 лет, позволяет сделать вывод о том, что многие американцы признают псевдонаучные теории, такие как астрология, вера в счастливые номера, суще-

ствование неопознанных летающих объектов (НЛО) и другие им подобные явления. Эти верования подтверждают непонимание многими гражданами того, как развивается наука, как те или иные явления изучаются и признаются действительными или недействительными. Ученые, работники системы образования и т.д. серьезно озабочены тем, что широкие слои населения не обрели навыков критического мышления, необходимого для того, чтобы отличить науку от выдумок. Научное сообщество, ответственное за научную грамотность населения, особенно озабочено склонностью многих граждан верить бездоказательным заявлениям, которые могут повредить их здоровью и безопасности.

Псевдонаука – это претензии, представленные таким образом, что они кажутся научными, хотя и не имеют доказательств истинности. В 90-е годы вера в псевдонауки значительно возросла, а затем в период с 2001 по 2005 г. несколько сократилась. Значительно сократилось число людей, верящих в ясновидение, духов, спиритизм. И все же около 2/3 американцев верят в хотя бы одно псевдонаучное учение. В опросах фигурировало десять утверждений такого рода, и 2/3 респондентов согласились минимум с одним из них, 22% – с пятью, 32 – с четырьмя, а 57% – с двумя. Правда, со всеми десятью утверждениями согласились только 1% респондентов.

Особенно популярна астрология, и не только в США, но и в еще большей степени в Европе. Европейцы также чаще, чем американцы, соглашались с тем, что некоторые числа являются наиболее удачными для некоторых людей. В 2001 г. таких респондентов было 32%, а в 2005 г. – 37%. В США такие верования распространены в основном среди малообразованных людей, а в Европе люди, окончившие колледж, были столь же суеверны, как и те, кто такого образования не имел.

Насколько астрология популярна в США и Европе, настолько в Китае и Южной Корее распространена вера в предсказания судьбы, хотя в опросах это признается «научным» или «более или менее научным» лишь небольшим процентом респондентов.

В США по меньшей мере половина населения верит в экстрасенсорику и меньшинство, но значительное – в НЛО и высадку на Землю инопланетян. В 2001 г. 60% респондентов согласились с утверждением, что некоторые люди обла-

дают способностями экстрасенсов, а 30% – с тем, что НЛО – это космические корабли внеземных цивилизаций.

2.2.6. Отношение к науке, ученым и актуальным научным проблемам

На продемонстрированном выше фоне информированности и научной грамотности населения развитых стран, несмотря на то что пробелов в этой области достаточно много, большинство граждан относятся к науке положительно и верно оценивают ее роль в обществе. В 2004 г. один из университетов американского штата Виргиния провел опрос, в ходе которого 90% респондентов согласились с утверждением «достижения науки помогают сделать общество лучше» и 92% – с утверждением «научные исследования важны для повышения качества жизни людей». Примерно такая же ситуация в Европе (девять из десяти респондентов согласились с аналогичными утверждениями), Китае и Южной Корее. Несколько меньший процент опрошенных соглашались с полезностью научных достижений в Японии. Более подробный анализ реакции на те или иные утверждения, касающиеся роли науки, а также обобщающий результаты опросов в США (2004), Китае, Западной Европе и Японии (2001), Малайзии (2000) и России (2003) дают следующие результаты.

С утверждением «наука и технология делают нашу жизнь более здоровой, легкой и комфортабельной» согласились в США 91% респондентов, в Китае и Южной Корее столько же, в Западной Европе и Японии меньше, в России – только 50%.

С утверждением «с использованием новых достижений науки и технологии работа становится интереснее» согласились в США около 75% респондентов, в Малайзии, Южной Корее и Китае – несколько больше, в Европе – менее 3/4 и значительно меньше – в Японии.

С утверждением «благодаря науке и технологии следующее поколение будет иметь больше возможностей» в США согласились 86% респондентов, в других странах – от 83 (Южная Корея) до 66% (Япония).

Утверждение «положительные результаты научных исследований перевешивают их негативные последствия» в

США поддержали 84% опрошенных, в Китае и Южной Корее – примерно столько же, в Западной Европе – около 50%. Отрицательно ответили 13% в США и Западной Европе. В России согласились с таким утверждением 59% респондентов (2003), а в Японии – всего 40% (2001).

Как видно из ответов, граждане науку ценят, но в то же время имеют к ней ряд претензий. В 2004 г. 61% респондентов в США согласились с тем, что «в настоящее время научные исследования проводятся без достаточного внимания к принятым в обществе моральным ценностям», а 51% поддержали утверждение о том, что «в повседневной жизни они руководствуются установками религии», 56% считают, что «мы слишком зависим от науки и не уделяем достаточного внимания вере», а треть участников опроса согласились с тем, что «наука изменяет наш образ жизни слишком быстро». В России так думают тоже примерно треть респондентов, а в других упоминавшихся выше странах – гораздо больше (от 60% в Западной Европе до 83% в Южной Корее).

Согласны ли жители обследуемых стран с тем, что государство тратит на науку значительные средства? И в США, и в других странах все опросы свидетельствуют о широкой общественной поддержке бюджетных трат на науку. Такая поддержка наблюдается по меньшей мере с середины 80-х годов. В обследовании, проводившемся ННФ в 2004 г., фигурировало следующее утверждение: «Даже если научные исследования не дают немедленной отдачи, но расширяют границы наших знаний, они необходимы и должны поддерживаться федеральным правительством». С этим согласились 80% опрошенных, и на таком примерно уровне этот показатель держится с 1985 г. Правда, несогласных в 2004 г. было около 19%. В других регионах уровень поддержки обществом государственного финансирования тоже очень высок: в Западной Европе – 76% респондентов, Южной Корее – 91, КНР – 90, Малайзии – 82 и в Японии – 80%.

Более того, в США 40% опрошенных думают, что правительство тратит на поддержку науки слишком мало средств (2004); по сравнению с опросами 1998 и 2002 гг. таковых стало больше: в 1998 г. их было 34%, а в 2002 г. – 37%. Если говорить о направлениях, которые недофинансируются, по мнению тех, кто считает, что государство тратит на науку недостаточно, то 79% называют здравоохранение,

74 – образование, 64 – сокращение загрязнения окружающей среды, 39 – оборону и 15% – исследования космоса.

В Западной Европе недофинансирование науки со стороны государства отмечают даже больший процент участников опросов, чем в США, – 57% (по данным «Евробарометра»). Таковых больше всего в Италии, Испании, Франции и Турции, меньше всего – в Нидерландах, Финляндии и на Мальте.

Среди проблемных вопросов наибольший интерес представляет отношение населения к охране окружающей среды и к развитию новейших технологий генной инженерии, клонирования, нанотехнологии и т.д. О состоянии работ в этих областях мы будем говорить в заключительных разделах монографии, а в данном разделе покажем лишь отношение населения к развитию новых направлений ИР.

Проблемы охраны окружающей среды. Согласно опросам, которые проводит Институт Гэллага в марте каждого года, на протяжении 2002–2005 гг. отношение населения США к проблеме качества окружающей среды практически не изменялось: 35% опрошиваемых говорили, что эта проблема их «очень волнует», 30 – что они беспокоятся об этом умеренно и 34% беспокоились мало или совсем не беспокоились. Нужно отметить, что количество обеспокоенных в 2005 г. было меньше, чем в 2001 г.

Значительное место в числе проблем окружающей среды занимает глобальное потепление климата. И американцы и европейцы воспринимают глобальное потепление как реальный процесс, действительно имеющий место, но большинство не проявляют по этому поводу серьезного беспокойства. При этом далеко не все ясно понимают, что это такое. В 2005 г. только 16% респондентов в США заявили, что они «очень хорошо» понимают, что представляет собой потепление климата; 54% считали, что они более или менее понимают суть дела; 24% признали, что разбираются в этом «не очень хорошо», а 6% вообще не понимают, в чем суть вопроса.

В том же 2005 г. 31% участников опроса считали, что СМИ преувеличивают опасность, тогда как 35% придерживались противоположной точки зрения (пресса преуменьшает опасность), и только 29% оценили позицию СМИ как корректную. Тот факт, что потепление уже началось, признают

54% опрошенных; 5% полагают, что оно начнется в ближайшие годы; 10% – что при их жизни, а 9% отрицают возможность потепления как таковую. Эти соотношения остаются неизменными на протяжении последнего пятилетия. В то же время 61% респондентов уверены, что вызывается потепление не столько естественными причинами, сколько деятельностью людей.

В целом потепление не рассматривается как главная угроза. В перечне десяти факторов, представляющих опасность для окружающей среды, «разрушение озонового слоя» и «парниковый эффект» занимают, соответственно, восьмое и девятое места. Опасения граждан относительно основных проблем окружающей среды (глобальное потепление, загрязнение воздуха, кислотные дожди и деградация озонового слоя) за последние четыре-пять лет, если судить по количеству опрошенных, высказывающих эти опасения, уменьшились примерно на 8–10%. Видимо, проблемы эти потеряли новизну и вызываемые ими эмоции несколько притупились.

Среди общественных институтов, занимающихся проблемами экологии, наибольшим доверием в США пользуются местные и национальные организации защитников среды, им доверяют примерно 1/4 опрошенных. Почти таким же доверием (25%) пользуется федеральное Агентство по охране окружающей среды и несколько меньшим (16%) – аналогичные агентства штатов. Политические организации и промышленность не в почете: демократической партии и малому бизнесу доверяют по 15% респондентов, большим корпорациям – 7, конгрессу – 11, а республиканской партии – 7%.

В 2005 г. 58% респондентов считали, что правительство делает «слишком мало» для сохранения природы, и только 5% – что «слишком много». На вопрос, что важнее – охрана среды или экономический рост, если они вступают в противоречие, 53% опрошенных отдали приоритет первому пункту, а 36% – второму. Количество предпочитающих сохранность среды за последние годы растет, а количество сторонников экономического роста падает. Более половины опрошенных (53%) против разработки нефтяных месторождений, обнаруженных на территории аляскинского природного заповедника, но, правда, 42% считали разработку нужной, причем по сравнению с 2002 г. их стало больше (было 35%). За развитие атомной энергетики выступают чуть больше половины аме-

риканцев (54%), но 63% против того, чтобы атомные электростанции строились вблизи места их проживания.

Отношение к новым технологиям. Американцы и канадцы к новым технологиям в целом относятся положительно (соответственно, 69 и 65%). В США новыми потребительскими товарами, особенно новыми аудио- и видеокоммуникационными аппаратами, владеют и пользуются подавляющее большинство населения. В 2004 г. 3/4 американцев имели дома компьютер и/или DVD-плеер, 68% имели сотовые телефоны, плюс к этому 15% владели персональным цифровым помощником (PDA) и/или цифровым видеомagneтофоном (DVR) и др. В последние годы резко возросло количество пользователей скоростным Интернетом. Большинство подписываются на кабельное телевидение или имеют спутниковую тарелку. На вопрос: «Помогает ли развитие новых технологий делать общество лучше или нет?» – 88% отвечают «да», и этот показатель находится на таком уровне с 2001 г., когда вопрос был задан впервые. Подавляющее большинство американцев, канадцев и европейцев согласны с тем, что «ряд новых технологий – гибридные автомобили, компьютеры и информационные системы – улучшат нашу жизнь в ближайшие 20 лет». Примерно так же респонденты относятся и к биотехнологии, причем по сравнению с 2000 г. количество оптимистов значительно выросло (например, в США в 2000 г. таковых было 56%, а в 2005 г. стало 77%, в Европе, соответственно, – 43 и 70%).

Биотехнология и медицина. Внедрение новых технологий, основанных на генной инженерии, вызывает противоречивую реакцию, как противоречивы и связанные с ними события – от отзыва из продажи некоторых продуктов, содержащих генетически модифицированные зерновые культуры, до обещаний ученых в недалеком будущем клонировать человека. Разобраться в соотношении рисков и выгод здесь сложно. Большинство респондентов признают, что они плохо информированы о биотехнологии. В 2003–2005 гг. только один из каждых десяти жителей США считал себя вполне разбирающимся в ней. В 2005 г. 56% полагали, что кое-что знают, 25% разбирались в ней слабо, а 9% вообще ничего о биотехнологии не знали. Канадцы были осведомлены еще хуже.

Полностью поддерживают использование продуктов и технологических процессов, так или иначе связанных с био-

технологией, 19% населения США, около половины (52%) выбрали ответ «просто поддерживаю», 16% отвечали негативно, а 6% – крайне негативно. В Канаде биотехнология пользуется более широкой поддержкой (в 2005 г. – 67%), и эта поддержка нарастает (2003 г. – 51%), а доля противников ее упала за тот же период с 37 до 28%. Большинство населения США и Канады большие надежды возлагает на использование биотехнологии в медицине. В 2005 г. в обеих странах восемь из десяти обследованных согласились, что в XXI в. биотехнология станет одним из основных источников средств лечения.

Генетическая модификация растений в США встречает меньшее сопротивление, чем модификация животных. Когда американцев спросили, насколько (по десятибалльной шкале) «комфортно» они воспринимают генетическую модификацию живых форм, то ответы оказались следующими. Рейтинг растений был равен в среднем 5,94; рейтинг микробов – 4,14; животных, используемых в пищу, – 3,73; насекомых – 3,56; а животных, используемых не для еды, – 2,29. Рейтинг человека был самым низким – 1,35. На прямой вопрос об отношении к генетической модификации животных 57% респондентов заявили, что они против нее, и лишь 32% ее поддерживали. Эти данные за 2003–2005 гг. практически не менялись. Из перечня возможных применений биотехнологии наибольшую поддержку респондентов получило «производство более доступных лекарств с использованием растений».

Генетически модифицированные продукты питания. Вполне естественно, что работы, которые могут обернуться угрозой здоровью людей и их детей, участники опросов воспринимают с особым вниманием и неоднозначно. Типичным примером является отношение к генетически модифицированным (ГМ) продуктам питания. Население США и многих других стран мира в течение ряда лет настойчиво проявляет озабоченность по поводу их использования.

Первые ГМ продукты появились на полках магазинов около десяти лет назад. С тех пор безопасность их использования постоянно подвергается сомнению. Так, в 2003 г. Европейский союз проголосовал за то, чтобы продукты, содержащие ГМ составляющие, отмечались специальным этикетками, на которых это указывалось бы. Достоинства ГМ продуктов – высокая урожайность, долгие сроки хранения, уменьшение

использования пестицидов – не смогли перевесить предположения о риске для состояния окружающей среды и желания покупателей пользоваться своим правом выбирать товары, отвечающие их требованиям.

В последние годы в США проводилось несколько крупных обследований с целью выяснить отношение населения к ГМ пище. Итоги их сводятся к следующему. Большинство американцев мало знакомы с обсуждаемой проблемой, и с годами уровень их осведомленности и понимания, по сути дела, не возрастает. В опросе 2004 г. только 32% респондентов заявили, что слышали о спорах по поводу ГМ продуктов, и это на 12 процентных пунктов меньше, чем в 2001 г. Широкая публика получает информацию такого рода из СМИ, и если они не уделяют проблеме достаточного внимания, осведомленность населения падает. Большинство участников опроса признали, что мало знают о ГМ продуктах. Почти половина опрошенных, проживающих в США (47%), и еще больше канадцев (59%) до момента проведения опроса ни с кем проблему ГМ продуктов никогда не обсуждали. Более того, большинство американцев даже не знали, что ГМ продукты уже не первый год продаются в магазинах. Только 47% были в курсе того, что ГМ продукты есть в продаже, а 31% заявили, что покупали и ели их. На вопрос, как сам респондент оценивает, насколько он знаком с проблемой, почти половина (48%) выбрали ответ «очень мало», а 16% – ответ «вообще ничего». «Неплохо знакомы» заявили 30%, и только 5% сказали, что хорошо разбираются в этом деле. В обследовании 2004 г. фигурировал также ряд коротких вопросов, поставленных с целью выявить уровень знания данных о генетике в пределах школьных учебников и основных фактов о ГМ продуктах. Более половины (58%) респондентов правильно ответили лишь на менее половины вопросов, и только три человека (менее 1%) дали верные ответы на все вопросы. Отношение же к ГМ продуктам питания характеризуется следующими цифрами: 27% одобряют модификацию растительных продуктов, тогда как не одобряют 43%.

Оценивая выгоды, связанные с производством ГМ продуктов по пятибалльной шкале, 41% американцев выбрали оценку «3», около трети опрошенных (31%) поставили более высокий балл, а 26% – более низкий. Почти такие же цифры оказались и в оценке риска, связанного с использованием ГМ

пищи. Что касается моральных и этических сторон проблемы, то 43% американцев поставили «5» или «4» (29 и 14%, соответственно).

Канадцы по всем перечисленным выше пунктам дали несколько менее позитивные ответы, чем американцы. В ответах на итоговый вопрос, чего же при использовании ГМ продуктов больше – риска или выгод, респонденты делятся на две довольно близкие группы: 30% респондентов считают, что ГМ продукты безопасны, а 27% – что небезопасны. Если сравнивать данные 2001 и 2004 гг., то количество оппонентов продажи ГМ продуктов уменьшилось с 58 до 47%. Ситуация значительно меняется в позитивную сторону после того, как респонденты узнают, что уже не первый год употребляют такие продукты в пищу. Однако разные опросы дают разные результаты, и хотя респонденты понимают, что с введением ГМ сортов урожайность вырастет и цены на продукты снизятся, в ряде случаев негативные ответы преобладают на том основании, что «ГМ сорта нарушат установившийся природный баланс и ухудшат состояние окружающей среды».

Роль правительства. Обследования свидетельствуют, что степень доверия американцев к правительству по вопросам регулирования рынка ГМ продуктов очень высока. В 2005 г. по пятибалльной шкале политику правительства оценили на «5» и «4» 61% респондентов. В то же время в 2004 г. 68% опрошенных не знали, что правительство не требует маркировать товары, содержащие ГМ продукты, 88% не знали, что такие товары не проверяются на безопасность для человека, а 77% – что товары не проверяются на безопасность для окружающей среды. На вопрос о желательности маркировки в 2004 г. девять из десяти американцев ответили положительно, но лишь 58% заявили, что готовы тратить время на поиски продуктов, не содержащих ГМ составляющие, а менее половины (45%) были готовы платить за такие продукты более высокую цену.

Кому доверяют американцы в решении вопросов о ГМ продуктах? В США наиболее достойной доверия в связи с ГМ продуктами группой населения участники опросов считают ученых. В этом плане ученые обгоняют медицинский персонал, организации защиты потребителя, защитников окружающей среды и фермеров. Наименьшее доверие вызыва-

ют федеральное правительство, СМИ, промышленность и (меньше всех) владельцы продовольственных магазинов. Перечисленные организации имеют ученых в своем составе, но респонденты, видимо, различают ученых как таковых и организации, где эти ученые работают. Первым доверяют больше, чем вторым.

Клонирование человека и исследования стволовых клеток. Американцы почти единодушны в отношении к клонированию людей, но по-разному относятся к использованию эмбриональных стволовых клеток в исследовательских целях.

Клонирование человека. Все обследования давали один и тот же результат: четыре из каждых пяти американцев против клонирования человека, причем большинство из них «резко против». В одном из опросов 66% респондентов были «резко против», 17 – тоже «против», и только 13% относились к этому позитивно. В другом опросе на вопрос: «Считаете ли вы, что исследования репродуктивного клонирования должны быть разрешены?» – 77% участников ответили «нет». В то же время 66% заявили, что поддерживают идею разрешить клонирование в терапевтических целях. Основания негативизма – морального плана, вопросы безопасности не поднимаются. В опросах 2001 и 2004 гг. девять из десяти респондентов заявили, что клонирование человека неприемлемо с моральной точки зрения.

Клонирование животных не вызывает столь сильных моральных возражений. В 2004 г. 64% респондентов считали это морально возможным, но 32% так не думали. Как и в случае ответов на вопросы о клонировании человека, такие соотношения стабильны во времени.

Многие респонденты не знают, в чем заключается различие между репродуктивным и терапевтическим клонированием. Терапевтическим называют клонирование в ходе медицинских исследований с целью разработки новых методов лечения тех или иных заболеваний. В 2004 г. четкое представление об этом имели только 8% респондентов, 34% понимали разницу, но не совсем, а 30% вообще ничего не знали о ней. Такая же статистика наблюдалась в Канаде.

Оппозиция в отношении репродуктивного клонирования более сильная, чем в случае терапевтического. В 2004 г. 38% опрошенных американцев были «резко против», 18 –

«все же против», 16 – «полностью за» и 26% в общем соглашались, что такая процедура нужна. Европейцы больше склонны поддержать это направление исследований ради успехов медицины. Но 1/3 респондентов (31%) заявили, что «никогда не согласятся» с клонированием таких животных, как обезьяны и свиньи. Наибольшее количество противников было в Швейцарии, Люксембурге и Великобритании, наименьше – в Испании, Бельгии, Венгрии и Эстонии. Менее 1/4 (22%) европейцев ответили «никогда» на вопрос о клонировании стволовых клеток человека для выращивания органов, которые можно было бы пересадить больному человеку. И большинство (59%) заявили, что они против «клонирования человека для того, чтобы женатые пары, не имеющие возможности иметь детей по генетическим причинам, получили ребенка» (с. 7–23–7–24).

Исследование стволовых клеток. В 2004 г. вопрос о запрещении использования эмбриональных стволовых клеток в исследовательских и медицинских целях был одним из «гвоздей» предвыборной кампании Дж. Буша. И он добился запрета финансирования таких работ из федерального бюджета США. Однако целый ряд штатов, в их числе Калифорния, Коннектикут, Иллинойс и Нью-Джерси, финансируют их из своих фондов. Самые крупные ресурсы выделяет правительство Калифорнии; в 2004 г. на эти цели штат направил 3 млрд. долл. и основал Калифорнийский институт регенеративной медицины. На исследовательские работы в ближайшее десятилетие Калифорния планирует выделять 300 млн. долл. в год.

Отношение широкой общественности к использованию эмбриональных стволовых клеток менее контрастное, чем к клонированию, а со временем меняется в благоприятную сторону. «За» в 2002 г. были 35% респондентов, в 2003 г. – 47 и в 2004 г. – 53%. При ответах на вопросы, касающиеся данной проблемы, большую роль играют моральные, религиозные и даже политические факторы. Количество тех, кто считает исследования с использованием эмбриональных стволовых клеток морально приемлемым, выросло с 52% в 2002 г. до 60% в 2005 г. Против финансирования ИР такого рода выступили 19%. Среди тех, кто не придает значения установкам религии, 77% поддерживают эти исследования, а среди верующих – только 38%. Те, кто относят себя к консерваторам

в политике, склонны относиться к таким ИР отрицательно («за» – около 44%), среди умеренных «за» высказались 61%, а среди либералов – 11% опрошенных. Что касается других характеристик респондентов, то «за» высказываются больше мужчин, чем женщин, положительные ответы дают также те, кто моложе, образованнее и имеют больший доход. Канадцы при обсуждении этой проблемы дают практически те же ответы.

Нанотехнология. Этот новый вид технологии, имеющий дело с объектами, размеры которых измеряются нанометрами (миллиардными долями метра), уже используется во многих областях, включая медицину, электронику, химию, машиностроение. Научное сообщество и политики внимательно отслеживают реакцию общественности на проблемы, связанные с использованием нанотехнологии. В последнее время СМИ стали сообщать о потенциальных опасностях и рисках, которые возникают в связи с нанотехнологией, о том, что наночастицы могут оказывать вредное влияние на здоровье людей, подчеркивая необходимость адекватного наблюдения и регулирования нового направления со стороны правительства. Ученые опасаются, как бы общественное мнение не повернулось против нанотехнологии, что может притормозить перспективные ИР.

Опросы населения в первую очередь свидетельствуют о том, что американцы в массе своей о нанотехнологии мало или просто ничего не знают, 59% о ней ничего не читали, не видели и не слышали в СМИ о ее возможностях, а 73% никогда не обсуждали связанные с ней проблемы с кем бы то ни было. Около 80% не могли назвать ни одной компании, работающей в области нанотехнологии. Однако, несмотря на слабое знание вопроса, большинство опрошиваемых относятся к новому технологическому направлению позитивно. Когда было предложено оценить по пятибалльной шкале потенциальные выгоды, которые нанотехнология может принести обществу, то почти девять из каждых десяти опрошенных поставили «5», «4» или «3» (соответственно, 32, 18 и 37%). Еще выше были оценки потенциальных экономических выгод – «5» (42%) и «4» (42%). Примерно так же ответили канадцы. Из предложенных пяти вариантов потенциальных выгод 57% респондентов выбрали вариант «новые и лучшие методы диагностики и лечения болезней людей», на втором

месте (16%) – вариант «новые и лучшие методы очистки окружающей среды», затем (12%) – «методы повышения безопасности и повышения обороноспособности», на третьем (11%) – «повышение умственных и физических способностей человека» и лишь 4% предпочли вариант «более дешевые и долговечные предметы потребления».

Когда по такой же шкале (1 – min, 5 – max) американцам и канадцам предложили оценить риски, которые могут быть связаны с внедрением нанотехнологии, то примерно половина американцев (49%) выбрали оценку «3», лишь 14% указали «4» и «5», а около 1/3 (30%) вообще поставили «1» или «2». Канадцы высказались практически так же. Отвечая на предложение выделить самые опасные риски, 32% выбрали ответ «потеря неприкосновенности частной жизни вследствие появления очень маленьких устройств наблюдения», 24% согласились с тем, что «нанотехнология вызовет гонку вооружений», 19% указали на экономические сложности, вызванные разрушением традиционных видов труда», а 1% опасаются «неконтролируемого распространения самовоспроизводящихся нанороботов».

С моральной и этической точки зрения американцы, несмотря на то что плохо разбираются в этом вопросе, считают нанотехнологию приемлемой. Оценки «5» и «4» поставили 54% опрошенных и лишь 8% проявили осторожность (оценки «1» и «2»). Канадцы проявили несколько меньше энтузиазма, но в общем результат был такой же. Большинство респондентов в обеих странах выразили также уверенность в том, что правительственные органы их стран способны адекватно отслеживать развитие нанотехнологии и обеспечить необходимое для безопасности граждан регулирование. Когда респондентам предложили выбрать одно из пяти утверждений, сформулированных в анкете, то 43% американцев выбрали вариант «я одобряю нанотехнологию при условии, что обычный уровень контроля и регулирования со стороны государства будет обеспечен». В Канаде это утверждение поддержали 35%. Большее расхождение получилось относительно утверждения «я одобряю нанотехнологию в том случае, если правительство будет контролировать и регулировать ее более жестко». Его выбрали 35% американцев и 44% канадцев. Фразу «я не одобряю использования нанотехнологии за исключением особых обстоятельств» выбрали менее 15%

как в США, так и в Канаде. А 5% американцев и 4% канадцев «не одобряют нанотехнологию ни при каких условиях».

Что касается отношения к государственному финансированию нанотехнологических ИР, то разные опросы давали разные результаты. В одних случаях государственное финансирование одобрялось, и его даже считали необходимым увеличить, в других – у большинства респондентов оно не вызывало возражений, но значительная их часть считали, что оно должно быть «умеренным», а в третьих – большинство возражало против наращивания отпускаемых государством средств, и до 20% респондентов рассматривали государственное вмешательство как ненужное.

Отношение населения к ученым. В регулярных обследованиях, как правило, фигурирует группа вопросов, направленных на выяснение степени доверия граждан к разным группам населения, объединяемым по профессиям, и к общественно значимым организациям. Например, в США – к медикам, научному сообществу, крупным корпорациям, исполнительной власти, Верховному суду, СМИ. Респондентам предлагается три варианта ответов: «полностью доверяю», «частично доверяю» и «не доверяю». На протяжении примерно 30 лет (1977–2005) наблюдений чаще всего на первом месте оказывались медики, им доверяли от 40 до 60% респондентов. Дважды за отмеченный период вперед выходили военные: в начале 90-х годов и с 2001 по 2004 г., т.е. в те годы, когда происходили войны – «Буря в пустыне», в Афганистане и в Ираке. В мирные годы военные выше третьего места не поднимались. В 1990 г. военных выбрали 33% опрошенных, а в 1991 г. их количество резко возросло до 60% и в 1993 г. вновь упало до 42%. Та же картина наблюдается в начале XXI в.: в 2000 г. рейтинг военных составлял всего 39%, а в 2002 г. – уже 55 и в 2004 г. – 59%. В обоих случаях военные значительно опережали все остальные группы.

Научное сообщество все время (за исключением военных лет) стабильно занимало второе место после медиков, а в 2002–2004 гг. обогнало их, и если бы не было войны, оказалось бы на первом месте. В 2004 г. доверие к ученым и их лидирующей роли в обществе высказали 43% респондентов. Медики получили 38% и оказались на третьем месте. Некоторое падение доверия к медицине началось с середины 90-х годов прошлого века, когда они получили 45%, а затем

постепенно их рейтинг опустился до 37% в 2002 г. и поднялся на 1% в 2004 г. На четвертом месте в 2004 г. был Верховный суд США (32%), затем – исполнительная ветвь власти (27%), имевшая в 2000 г. всего 13%, за ней – крупные корпорации (21%) и на последнем месте – средства массовой информации (пресса – 9%, телевидение – 10%).

О высоком уровне доверия к научному сообществу говорит и такой факт: когда рассматривался вопрос об опасности или безопасности использования нанотехнологий, то восемь из десяти (79%) опрошенных американцев и канадцев заявили, что эта новая технология «находится в надежных руках ученых», не наделив таким же доверием лидеров бизнеса, осваивающих производство наноматериалов. Полностью доверяли бизнесменам лишь менее 5% опрошенных, частично – 35%, а 60% высказали некоторое недоверие (шесть из каждых десяти).

В странах Западной Европы также наблюдается высокое доверие к научному сообществу. На вопрос, какой эффект (позитивный или негативный) оказывают ученые, работающие в университетах или создающие новые виды продукции в промышленности, на состояние общества, подавляющее большинство респондентов ответили «позитивный» (восемь из каждых десяти опрошенных). Европейцы одобряли также (от 73 до 88% участников опроса) работу целого ряда специалистов и организаций, связанных с проблемами науки: ведущих телепередач с научной тематикой; газет и журналов, пишущих о науке и технологиях; групп защитников окружающей среды, организующих кампании по вопросам, связанным с наукой; граждан, участвующих в дебатах о науке и технологии; органов власти, оценивающих рискованность новых технологий; групп защитников животных; Европейской комиссии, регулирующей состояние науки и технологии в странах ЕС.

В то же время примерно 3/5 опрошенных европейцев согласились с таким утверждением: «Благодаря своим знаниям ученые обладают силой, которая делает их опасными». Такое же количество опрошенных согласилось с тем, что «ученые прилагают очень мало усилий для того, чтобы информировать широкую общественность о своей работе».

Что касается престижности профессии ученого, то прежде всего нужно отметить, что большинство граждан в своей повседневной жизни с учеными не контактируют. На вопрос,

знаком ли респондент с кем-либо из ученых лично, 82% ответили «нет». Те 18% опрошенных, которые имели ученых среди своих знакомых и друзей, чаще всего общались со специалистами в области биотехнологии, медицины и фармацевтики – 22%; биологии, анатомии, генетики и микробиологии – 14; химии и физики (включая ядерную) – по 11%; 5% назвали специалистов по охране окружающей среды; столько же – создателей ракет, а 31% объединены под рубрикой «прочие науки».

В США 89% опрошенных согласились с мнением, что «большинство ученых хотят работать над проблемами, решение которых сделает жизнь среднего человека лучше». Так же думали китайцы (85%) и жители Малайзии (83%). В Южной Корее и Японии согласных было несколько меньше (77 и 60%, соответственно), но все же большинство.

С 1977 г. Институт Гарриса (США) проводит оценку престижности разных профессий в глазах американцев. Результаты опросов 2000–2004 гг. представлены в табл. 14.

За 27 лет в уровнях престижности произошло немало изменений. Когда Институт Гарриса начинал эту работу, в перечень были включены 11 профессий, в 2004 г. их было 22. Из тех 11 профессий, которые вошли в первый опрос (1977), рейтинг вырос только у учителей (с 29% в 1977 г. до 48% в 2004 г.). Рейтинг ученых упал на 14% (в 1977 г. было 66%), врачей – на 9, юристов – на 18% (с. 7–38). Самый высокий престиж профессии ученого в Китае и Южной Корее. В России они на восьмом месте после юристов, бизнесменов, политиков, программистов, квалифицированных рабочих, врачей и учителей.

Престижность профессии можно выявить не только с помощью прямых вопросов, но и косвенным образом. Респондента спрашивали, как он отнесется к тому, что его сын или дочь захочет стать ученым. В США 80% участников заявили, что были бы рады этому, 18% отнеслись безразлично и только 2% были против. Пол ребенка на ответах не сказывался. В Южной Корее выбор сыном профессии ученого одобрили бы только 54% (для дочери – 57%). В России положительно к такому выбору отнеслись лишь 32%, а в Китае к карьере ученого относятся очень положительно, она уступает только карьере врача.

Таблица 14

Престижность профессий в США (% респондентов, оценивших ту или иную профессию как престижную)*

Профессия	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.
Ученый	56	53	51	57	52
Врач	61	61	50	52	52
Учитель	53	54	47	49	48
Офицер армии	42	40	47	46	47
Офицер полиции	38	37	40	42	40
Священник	45	43	36	38	32
Член Конгресса	33	24	27	30	31
Инженер	32	36	34	28	29
Спортсмен	21	22	21	17	21
Архитектор	26	28	27	24	20
Руководитель предприятия	15	12	18	18	19
Юрист	21	18	15	17	17
Актер	21	20	19	17	16
Профсоюзный лидер	16	17	14	15	16
Банкир	15	16	15	14	15
Журналист	16	18	19	15	14
Бухгалтер	14	15	13	15	10

* Каждый респондент мог назвать сколько угодно профессий.

2.3. Влияние общественности на научно-техническую политику и развитие науки

В предыдущем «социологическом» разделе общественность выступает как пассивный партнер социологических служб и организаций. Респондентов спрашивают, они отвечают, состав вопросов, круг опрашиваемых, их демографические характеристики и количественный состав, т.е. все параметры исследований находятся в руках организаторов обследований, а результаты не носят обязательного характера ни для властей, определяющих научную политику и финансирование науки, ни для научного сообщества, их можно учитывать, а можно и проигнорировать. Но в конце прошлого столетия и особенно в первом десятилетии XXI в. (и в этом состоит одна из важных характерных особенностей современной ПНТР) общественность, широкие слои населения пассивной ролью не ограничиваются, а создают и используют эффективные рычаги воздействия на развитие науки и

техники. Объяснением такого рода активности являются два основных момента. Во-первых, в ходе научно-технического прогресса взаимоотношения науки и каждого гражданина претерпели качественное изменение. Сравнительно недавно обычный средний гражданин лишь довольно индифферентно воспринимал результаты прогресса и, как все, в принципе одобрял развитие науки. К тому же у него всегда был выбор: он мог воспользоваться тем или иным техническим достижением, а мог и пренебречь им. Если он не желал, к примеру, иметь холодильник или стиральную машину, то это означало лишь, что он упустил возможность облегчить свой домашний труд, обществу в целом это никаких неудобств не создавало.

Однако в последние десятилетия развитие глобализации, информационных технологий и прочие научно-технические достижения настолько меняют общество, что никакого выбора индивидууму не оставляют, захватывают его в свой поток. Если он не пользуется современными технологиями, например Интернетом или телевизором, то результат не сводится к лишним трудозатратам, он резко сокращает возможности такого гражданина в деловой сфере, в исследовательской работе, в образовании, трудоустройстве, знакомстве с достижениями культуры и искусства, в развлечениях и других аспектах повседневной жизни. Иной раз даже жизненно важная для него информация оказывается недоступной. Неспособность или нежелание использовать достижения прогресса может серьезно затруднить индивидууму общение с согражданами, резко сузить сферу его общения с внешним миром и возможности пользоваться другими доступными благами.

Есть и другой аспект взаимоотношений науки с обществом. Мы имеем в виду реальные и потенциальные негативные последствия научно-технического прогресса. Они тоже затрагивают всех и каждого. Речь идет о воздействии новых технологий на окружающую среду, о связанных с ними рисках, о таких проблемных со многих точек зрения направлениях науки, как клонирование живых организмов, использование эмбриональных стволовых слеток в медицине, генная инженерия, нонатехнология. Достаточно указать на то, что успехи генетики несут с собой прямые угрозы конкретным людям. Если раскрыта генетическая наследственность и там не все благополучно, человека могут не взять на ту или иную работу, отказать ему в страховании жизни, даже в вопросах

брака и семьи могут возникнуть трагичные проблемы. Значительная часть населения в какой-то мере побаивается научного прогресса. Его сходство с двуликим римским богом Янусом широко известно, многие научно-технические достижения двулики, с одной стороны, приносят блага, а с другой – потенциальную опасность. Примеров тому более чем достаточно, от атомной энергии и до пестицидов. Поэтому, поддерживая и одобряя науку в целом, многие респонденты проявляют серьезную озабоченность. Например, в одном из обследований, проводившемся вирджинским университетом, когда подавляющее большинство поддержало науку, 61% респондентов (следовательно, и часть тех, кто одобрял научные исследования и положительно оценивал их результаты) признали, что «сегодня исследователи не уделяют достаточного внимания моральным ценностям обществ», а 59% в 2002 г. и 51% в 2004 г. считали, что «научные исследования создают для общества столько же проблем, сколько они их решают». В том же обследовании выяснилось, что в США, Южной Корее, Малайзии более половины (56%) опрошенных полагают, что «мы слишком сильно зависим от науки и недостаточно полагаемся на веру». Правда, в Европе и в России такое утверждение поддерживали значительно меньшее число респондентов. Кроме того, треть американцев и россиян, а в других странах еще больше – до половины респондентов, ощущают, что «наука изменяет нашу жизнь чересчур быстро».

На таком фоне события типа эпидемии «коровьего бешенства» в Великобритании и ее ошибочная оценка учеными вызывают очень резкую реакцию в обществе. В конце 1995 г. в Великобритании свирепствовала эпизоотия губчатого энцефалита (обиходное название – «коровье бешенство»). В то же время два молодых человека заболели болезнью Крейтцфельда – Якоба (БКЯ). Этот диагноз был подтвержден после их смерти. Ряд особенностей и изменений мозга, обнаруженных при вскрытии, дали специалистам основание предположить, что между болезнью коров и этими случаями существовала определенная связь. Ранее медики были уверены, что коровье бешенство человеку не передается. После этих событий началось углубленное изучение возможностей такой передачи, и в марте 1996 г. министр здравоохранения страны публично признал связь между заболеванием животных и новым вариантом БКЯ, погубившим молодых людей. Пере-

носчиками болезни оказались так называемые «прионы» — особый класс белковых частиц, вызывающих тяжелые заболевания нервной системы у человека и ряда высших животных. Первый случай смерти быка от коровьего бешенства был зарегистрирован в Великобритании в 1985 г., а в 1991 г. регистрировалось более 3 тыс. зараженных голов скота в месяц. Случаи болезни имели место не только в Великобритании, но и в ряде других стран Западной Европы — во Франции, Ирландии, Германии, Польше. Последствия были очень тяжелыми: в Британии, Франции и Ирландии болели люди, в первой из этих стран умерли более 50 человек. Из продажи во всех странах ЕС, в США изымали и уничтожали тысячи наименований товаров, в которые при изготовлении могли попасть частицы костей больных животных, содержащие прионы: желатин, суповые и фруктовые концентраты, соусы, колбасные и кондитерские изделия, йогурты. Население ряда стран было в панике. Кого было винить? В первую очередь — медиков, ученых, не выявивших опасность вовремя и не предотвративших потери. Доверие к науке было в какой-то мере подорвано.

Чрезвычайно осторожно, а зачастую и негативно реагирует общественность и на генетическую модификацию продуктов питания, а, допустим, клонированию человека подавляющее большинство всех цивилизованных стран говорит решительное «нет», и президент США налагает вето на закон, разрешающий использовать бюджетные средства на использование эмбриональных стволовых клеток в медицинских исследованиях. Все это притом что ученые утверждают: модифицированные с помощью генной технологии продукты совершенно безопасны, а упомянутые стволовые клетки способны резко продвинуть лечение таких недугов, как болезнь Паркинсона или Альцгеймера, а то и вовсе от них избавиться.

В силу перечисленных выше обстоятельств важной характерной особенностью современной парадигмы научно-технического развития является несравнимо более высокая активность общественности, чем это было в предыдущие годы. Эта активность проявляется в создании множества разных общественных организаций и групп контроля буквально над каждым шагом научно-технической политики, начиная с ее разработки и кончая мониторингом результатов внедрения тех или иных намеченных мероприятий. Прежде всего надо

назвать движение «зеленых», в 70-е годы прошлого века оформившееся во многих странах в политические партии и давно активнейшим образом, часто даже с нарушением правопорядка, борющееся против нанесения какого-либо ущерба окружающей среде. Корни этого движения уходят в середину прошлого века. Потрясенная примерами разрушительной силы ядерного оружия (Хиросима и Нагасаки) общественность пробудилась к активной деятельности, началось формирование организаций и партий, выступающих за запрещение ядерного оружия, за охрану окружающей среды. В 1971 г. в Канаде была создана международная общественная природоохранная организация «Гринпис», в странах Европы и Америки создавались партии «зеленых», они участвовали в парламентских выборах, в ряде европейских стран (ФРГ, Чехия, Финляндия, Украина и др.) входили или входят сегодня в правительственные коалиции. Под давлением общественности во всех развитых странах появились государственные органы (министерства, агентства и т.п.), отвечающие за состояние экологии. Дополнительный мощный импульс общественные организации и движения получили в 1986 г., когда 26 апреля разразилась чернобыльская катастрофа. Мирный атом продемонстрировал свою разрушительную силу. Взрыв реактора, произошедший в результате ошибок при проведении эксперимента, оказался в 100 раз мощнее атомных бомб, использованных США против Японии в конце Второй мировой войны, выброс радиоактивности составил, по разным оценкам, от 20 млн. до 250 млн. кюри. Реактор закрыли саркофагом, причем в ходе аварийных работ десятки тысяч людей получили большие дозы облучения, от лучевой болезни в последующие годы погибли около 4 тыс. человек, и, по оценкам медиков, число это может вырасти до 8 тыс. В 1997 г. Россия, ЕС, Украина и Европейский банк реконструкции профинансировали строительство второй защитной оболочки, которая должна обеспечить безопасность разрушенного реактора на срок до 100 лет (саркофаг, строившийся в спешке, получился недостаточно надежным и может выйти из строя лет через 20–30).

Движение «зеленых» продолжает шириться, охватывая все новые страны. Российская экологическая партия «зеленые» зарегистрирована Министерством юстиции в сентябре 2002 г. Она входит в основанную в 1993 г. Европейскую федерацию «зеленых», членами которой являются 33 партии из

30 стран Европы. Задача Федерации – обеспечить связь между членами «зеленых» партий, с одной стороны, и «зелеными» министрами и парламентариями – с другой, координировать европейскую экологическую политику, поддерживать малые «зеленые» партии, усиливая тем самым экологическое политическое движение в Европе в целом (32). Аналогичная федерация функционирует в Северной Америке.

«Глобальные зеленые» в конце 2007 г. провели на острове Бали в Индонезии свой конгресс, где утвердили декларацию «Время принимать обязательства». В декларации поднято много актуальных проблем, но особое внимание уделяется изменениям глобального климата. Основываясь на ключевых принципах и механизмах Рамочной конвенции ООН об изменении климата и положениях Киотского протокола, «зеленые» в довольно категоричной форме требуют перехода к экологически чистым технологиям, сокращения выбросов парниковых газов к 2015 г. до уровня естественной способности окружающей среды поглощать эти выбросы. Лидирующая роль в борьбе с изменением климата должна принадлежать промышленно развитым странам, которые в первую очередь и ответственны за загрязнение атмосферы. «Глобальные зеленые» уверены в реальности построения общества с экономикой, при которой уровень выбросов диоксида углерода будет низким или даже равен нулю, причем развитие такого общества будет сочетаться с повышением уровня жизни людей (33).

Наибольшую озабоченность и требовательность общественность проявляет в Западной Европе; в США и на Востоке обстановка в этом плане гораздо спокойнее. В ходе дискуссий о том или ином проекте и о его влиянии на окружающую среду на один из первых планов выдвинулся «принцип упреждения» (ПУ). Смысл его состоит в том, чтобы заранее, на стадии проработки проекта, направления исследований, разработки политических решений оценить степень рисков от возможных результатов перечисленных шагов и либо согласиться с такого уровня риском, либо отказаться от планируемых мероприятий, сочтя этот уровень неприемлемым. Хотя смысл принципа очевиден, его четкого определения в ходе дискуссий, продолжающихся уже несколько лет, пока не выработано. Во всех официальных документах, где ПУ фигурирует, а таковых набралось уже много, в том числе Декларация

ООН, Директива ЕС, национальные документы вплоть до Конституции Франции (34, с. 307), формулировки расплывчатые, юристы толкуют его по-разному, одни считают неким общим принципом, другие – определенным подходом к проблемам, третьи – политической декларацией и т.п. Дать строгую формулировку действительно трудно, поскольку ПУ неразрывно связан с вероятностными характеристиками, а следовательно, и с неопределенностью. Но ситуация эта открывает широкое поле для дискуссий и различных толкований.

Особенно явно эта разноголосица проявляется в вопросе об использовании генетически модифицированных зерновых культур. Так, на уровне Европейского союза они не запрещены, хотя порядок их выращивания и использования жестко регламентирован. Но на национальных уровнях царит разноречивость: где-то запрещают, где-то разрешают одни культуры, но не разрешают другие, где-то, наоборот, некоторые регионы объявляют себя свободными от ГМ продуктов, Австрия вообще хотела бы быть свободной от них страной. Во второй половине 90-х годов там проходили острые дискуссии по данной проблеме, в ходе которых постоянно фигурировал ПУ. Под давлением общественных организаций австрийское правительство, активно поддержанное прессой, применило этот принцип в качестве основания для отказа от использования ГМ продуктов питания, несмотря на то что в других странах и на европейском уровне некоторые модифицированные сорта растений (в частности, ГМ кукурузы) были одобрены компетентными органами. ПУ стал интегральной частью австрийской сельскохозяйственной политики, и ни одна ГМ культура в этой стране никогда не выращивалась, по крайней мере легально. Но в это же время правительство широко поддерживало исследования в области применения новых биотехнологий, в том числе в растениеводстве.

Позиция Австрии всегда состояла в том, что сельское хозяйство следует рассматривать как единый комплекс, учитывая его решающее влияние на окружающую среду. Большие правительственные субсидии предоставлялись органическому земледелию, которое охватывало значительную часть ферм и рассматривалось как важная статья экспорта, как средство сохранения оптимальной структуры села и как основа экотуризма.

Промышленности и науке пришлось приспособливаться к этой позиции. Они фактически ограничили развитие сектора биотехнологии медицинскими приложениями.

К началу XXI в. споры по проблеме ГМ продуктов в Австрии утихли. Правительство прислушивалось к мнению общественных организаций, а общественность выбрала «будущее страны, свободное от ГМ сортов». Представители промышленности и науки с этим смирились. Что касается ПУ, то, по мнению одного из ведущих австрийских социологов У. Бека (U. Beck), он применим в самых разных ситуациях, в том числе для изучения эрозии традиционных отношений между наукой и обществом. Согласно У. Беку, ПУ свидетельствует о том, что «невинность научно-технического прогресса все больше становится проблематичной» (35, с. 278). Популярность ПУ отражает требования общественности обеспечить более надежное предотвращение всякого рода связанных с научно-техническим прогрессом рисков. Этот принцип свидетельствует о растущем скептицизме по отношению к науке и к приоритетности ее мнения по проблемам риска при принятии политических решений. ПУ также стимулирует новые нестандартные методы управления, поскольку выводы экспертов ставятся под сомнение, принимается во внимание наличие неопределенности в оценках, признается важность побочных, непредвиденных последствий и необходимость учитывать не только научные, но и другие доводы, слышать мнения людей, не имеющих к науке отношения.

Таким образом, ПУ можно рассматривать как фактор размывания границ между наукой и политикой (знанием и ценностями), которые (границы) прежде были неприкосновенными. Процесс размывания характеризуется утратой четких различий между такими категориями, как факты и ценности, знания и интересы, природа и общество, жизнь и смерть, которые признавались совершенно естественными в эпоху индустриальной модернизации. Отношение к этому принципу у основных субъектов научно-технической политики разное.

Ученые и чиновники Министерства науки и Министерства торговли предпочитают всецело полагаться на науку. Представители Министерства здравоохранения, Федерального агентства по окружающей среде и Министерства сельского хозяйства стремятся учитывать политические и экономические аспекты. Представители общественных организаций, социал-

демократической партии и «зеленые» придают основное значение нормативным сторонам проблемы.

Что касается оценки рисков, то исследований, направленных на разработку соответствующих методик, в Австрии практически не проводится. Ее правительственная стратегия отрабатывается на практике применительно к конкретным случаям. Она не совпадает полностью ни со стратегиями других европейских стран, ни с официальными рекомендациями, разработанными на уровне Европейского союза.

Поскольку оценка риска всегда базируется на математическом аппарате теории вероятности, в ее результатах неизбежно присутствует некоторая степень неопределенности, а целью экспертов, выполняющих такую оценку, является снижение этой неопределенности, повышение надежности результата, поскольку цена ошибки может оказаться очень высокой. Это очень сложная задача, так как здесь задействовано множество самых разных факторов, причем некоторые из них могут быть неизвестны экспертам или известны лишь приблизительно, и влияние не всех факторов поддается количественной оценке.

В австрийской стратегии основными являются два характерных момента. Во-первых, официальные лица, занимающиеся этим вопросом, постоянно стремятся повысить точность итоговых данных за счет учета влияния как можно большего числа параметров, определяющих уровень риска. В результате широкого интегрального подхода к решению проблемы процедура оценки настолько усложняется, что «принимать решение становится трудно, если только вообще возможно» (35, с. 281). В основном это связано со стремлением учесть социоэкономические факторы. Прямо пропорционально усложнению процедур растет необходимое для их выполнения время, решения затягиваются.

Второй узловым момент – это достаточно четкое разделение функций ученых и политиков. Роль первых ограничивается советами, а решения принимают вторые. Таким образом, австрийская стратегия «...освобождает науку от бремени политической ответственности» (там же). Это позволяет четко отделить научные оценки от этических, ценностных аспектов, обеспечивая тем самым науке свободу от политических влияний, независимость ее выводов и оценок. По сути

дела, оценки рисков и управление рисками разделены. Решения об использовании ПУ принимают политики.

Приняв в 2003 г. полуофициальную декларацию, Австрия четко отказалась от разработки и использования ГМ сортов, по крайней мере на ближайшее будущее. Такая позиция отражает сложившийся в стране консенсус по данному вопросу, единство мнений политиков, общественных организаций и производителей сельскохозяйственной продукции, которые могли гарантировать отсутствие в своих товарах ГМ компонентов, а это сегодня дает преимущество в конкурентной борьбе.

Очевидный способ гарантированного обеспечения производства экологически чистой, свободной от ГМ сортов продукции – создание территорий, свободных от ГМ сортов. Парламент Австрии предложил объявить всю страну такой территорией. Идея была подхвачена и широко популяризирована средствами массовой информации. Ее обсуждение привело к беспрецедентному согласию между австрийским правительством и оппозицией в борьбе за экологически чистое сельское хозяйство. Но эта позиция расходилась с установками ЕС, которые не разрешали национальным законам запрещать использование ГМ продукции.

Тем не менее несколько регионов Австрии подготовили законопроекты, направленные на создание свободных от ГМ сортов территорий. Сначала эти проекты носили форму политических деклараций, однако в 2003 г. в двух областях – Верхней Австрии на севере и в Каринтии на юге – были приняты соответствующие законы.

Европейская комиссия отменила решение Верхней Австрии, но Каринтия смогла согласовать с ЕС свой «закон о ПУ». Закон запретил использование ГМ сортов в специально защищенных, «экологически чувствительных» областях, таких как охраняемые природные территории и альпийские регионы. Закон также требовал, чтобы фермеры, желающие выращивать ГМ сорта, получали на это специальное разрешение властей. В качестве особого условия оговаривалось минимальное безопасное расстояние между посадками ГМ и не-ГМ сортов, чтобы предотвратить перенос генов, поскольку размер полей в Каринтии небольшой.

Закон Каринтии создал в Европе прецедент удачных политико-административных переговоров по поводу правил со-

существования модифицированных и немодифицированных культур. Однако проблемы остаются, например по вопросу определения размеров областей, свободных от ГМ сортов, или по поводу способа контроля за соблюдением закона.

Не столь гладко, как в Австрии, решались вопросы о ГМ продуктах в других странах Западной Европы, в США и Канаде. Перипетии борьбы вокруг данной проблемы повсюду были приблизительно одинаковы, поэтому мы покажем лишь один типичный пример – сагу о ГМ и ПУ во Франции.

Впервые о ПУ в этой стране заговорили в связи с обострением проблем окружающей среды. В 1995 г. «принцип упреждения» появился во французском законодательстве с формулировкой, практически идентичной Декларации 1992 г. Конференции в Рио-де-Жанейро, проходившей под эгидой ООН. Вскоре после 1995 г. споры вокруг ПУ резко обострились из-за случаев переливания инфицированной СПИДом крови и скандала, связанного с «коровьим бешенством». В этом контексте возникла проблема использования ГМП. В истории обсуждения этой проблемы выделяются три основных этапа.

1. 1997–1999 гг. ПУ появляется на политической и законодательной арене. В 1997 г. французское правительство не разрешило культивацию нескольких сортов ГМ кукурузы, несмотря на то что консультативный комитет (Комиссия по биомолекулярной генетике) одобрил эти культуры. Это был первый случай, когда правительство не согласилось с мнением научных консультантов. Председатель Комиссии даже подал по этому случаю в отставку. Правительство (правое), принимая свое решение, мотивировало его ПУ. Следующее, теперь уже левое, правительство приняло противоположное решение и опять-таки ссылалось на ПУ. Кроме того, было несколько судебных процессов по вопросам применимости ГМ продукции (ГМП), и вновь ПУ толковался разными сторонами по-разному. Вокруг этого принципа развернулась широкая и острая дискуссия, в которой принимали участие юристы и ученые различных специальностей – биологи, социологи, экономисты, философы. Одним из центральных спорных моментов был вопрос о применении ПУ на практике, в ходе научной экспертизы и выработки регулирующих решений, когда это связано с той или иной степенью риска.

В основном обсуждались три вопроса. 1. Как определить уровень и характер неопределенности, требующей регулирующего вмешательства? Предлагались разные шкалы измерения последнего – от усиления исследовательских работ до полного запрета определенного вида деятельности. 2. Как обеспечить учет мнения общественности при подготовке решений? 3. Как формализовать сопоставление потенциальных выгод и риска негативных последствий? Во всех дискуссиях фигурировал ПУ, его же правительство использовало при обсуждении проблемы ГМП на уровне ЕС. Была создана специальная группа экспертов для разработки определения термина ПУ, но окончательных результатов достигнуто не было. На этом, первом, этапе был задействован сравнительно небольшой круг заинтересованных субъектов – неправительственные организации, экспертные научные комитеты, политики, биотехнологические фирмы.

2. 2000–2002 гг. В обсуждении включилась Конфедерация крестьян (*Confédération Paysanne*), и центр тяжести дебатов сместился от методик оценки рисков и научной экспертизы к более широким политическим проблемам, таким как коммерческое использование ГМП, полевые испытания, регулирование инновационных процессов, ориентация научных исследований и т.п. Начались судебные разбирательства в связи с полевыми испытаниями ГМ культур, в ходе которых обе стороны мотивировали свои позиции, используя ПУ. В 2002 г. была организована широкая общественная дискуссия, появился специальный доклад, подробно обсуждавший все аспекты производства и использования ГМП. Доклад был разработан президентами четырех консультативных правительственных комиссий – по вопросам продуктов питания, по оценке технологий, по биоэтике и по проблемам устойчивого развития. Рекомендации доклада не были реализованы вследствие смены правительства, но его материалы широко использовались как сторонниками, так и противниками ГМП.

3. 2003–2005 гг. Дискуссия вышла за пределы центральных органов и охватила департаменты с их органами власти. Часть последних стремилась запретить использование ГМП на своих территориях. Центральные власти оспаривали подобные попытки в суде и поначалу выигрывали процессы на том основании, что такого рода вопросы относятся к их компетенции. В то же время идея участия местных вла-

стей в решении вопросов, касающихся происходящего на их территориях, встретила определенное понимание и в общественных сферах, и в правительстве. Вторым характерным для данного этапа момент – обострение споров внутри научного сообщества, вызванное предложением президента Ширака (2003) ввести ПУ во французскую конституцию. Академия наук выступила резко против, тогда как сеть неправительственных организаций, общественность и ряд ученых эту инициативу активно поддерживали. Закон, регулирующий проблему ГМП, был подготовлен к середине 2005 г., но принятие его задерживалось из-за разногласий между Министерством охраны окружающей среды и Министерством сельского хозяйства о степени участия в решении вопросов производства ГМП мэров коммун и широкой общественности. Согласно предварительному докладу парламента, полевые испытания ГМ культур допустимы при соблюдении трех базовых принципов: осторожность, минимально необходимые масштабы эксперимента и открытость, прозрачность.

В итоге событий, происходивших в ходе трех отмеченных этапов, ПУ вышел далеко за пределы научной экспертизы. Оценка рисков охватила гораздо более широкий круг проблем, чем это было до 1996 г., и в их решении стали принимать участие множество субъектов, ранее не имевших к таким проблемам никакого отношения.

Все это сопровождалось административно-организационными переменами и принципиальными изменениями во взаимоотношениях правительственной администрации с общественностью. До 1998 г. единственным экспертным органом, занимавшимся оценкой связанных с ГМП рисков, была Комиссия по биомолекулярной генетике (Commission du Génie Biomoléculaire – CGB). К 1999 г. были созданы еще два органа: Агентство по безопасности продуктов питания (Food Safety Agency – AFSSA) и Комитет по биологической бдительности (Biovigilance Committee). Последний должен осуществлять мониторинг долгосрочных последствий использования ГМ. Активности он не проявлял, поскольку коммерческого производства ГМ зерновых во Франции почти не было, хотя культивация 12 видов ГМ кукурузы была в 1997–1998 гг. разрешена.

Ответственность за оценку риска здоровью людей и животных, связанного с потреблением ГМП и/или продук-

тов, имеющих ГМ компоненты в своем составе, была передана AFSSA. Агентство дополняло работу CGB, но не подменяло последнюю. Оно практически полностью независимо от правительства, тогда как часть членов CGB являются одновременно чиновниками администрации. Создание AFSSA четко отделило функцию оценки рисков на базе научных знаний от функции управления рисками, осуществляемого чиновниками и учитывающего не только научные, но и все другие аспекты проблемы. Главный девиз AFSSA – «независимость», его статус, определяемый специальными правилами и процедурами, ее обеспечивал. Кроме того, деятельность Агентства и его экспертных комитетов гораздо прозрачнее, чем работа CGB: члены комитетов назначаются на основе открытого конкурса, а все заключения публикуются на собственном сайте в Интернете немедленно после их готовности.

CGB как часть Министерства сельского хозяйства тоже сделала ряд шагов в сторону ограничения своей деятельности оценкой научных сторон рассматриваемых вопросов и значительно расширила свои ранее практически односложные заключения. Правительство в целом, со своей стороны, стало отделять данные научной экспертизы от своих решений. С 2003 г. сообщения о разрешении проведения полевых испытаний ГМ растений публикуются на правительственном сайте, причем указывается, что, помимо рекомендаций CGB, учтены результаты консультаций с общественными организациями и с заинтересованными мэрами, а также данные инспекции предполагаемого места испытаний. На этом же сайте публикуется и текст рекомендаций CGB, причем за две недели до принятия правительственного решения. В течение этого времени любой гражданин может высказать свое мнение в Интернете. Правда, решения о коммерческом производстве той или иной культуры принимаются не столь открыто и публикуются со значительным опозданием, зачастую лишь под нажимом неправительственных организаций. Но эти недостатки не меняют сути дела. Главное то, что «...научная экспертиза, используемая при разработке правительственных решений, получила больше автономии. Теперь она имеет свои собственные основные принципы (компетентность, независимость и прозрачность), собственные процедуры и собственные специальные учреждения. Правила проведения экспертизы и рассмотрения ее результатов кодифицированы

в официальном стандарте, и все члены научных комитетов обязаны объявить о получении данного документа» (34, с. 306). Времена, когда решение СGB было фактически решением правительства, окончились. Изменился даже состав этого органа. Теперь в нем не доминируют специалисты в области молекулярной биологии, появились представители других областей науки, а один из назначенных членов является известным ревностным противником использования ГМП. Дискуссии внутри СGB приобрели невиданную прежде остроту, и внутренние расхождения временами выплескиваются наружу с помощью средств массовой информации. Зачастую расходятся и оценки, которые дают СGB и AFSSA, и единство мнений достигается далеко не всегда, причем публикуются в равной мере мнения большинства и меньшинства.

Описанная ситуация вызывает немало нареканий. Многие специалисты считают, что подобная разногласия служит источником путаницы в умах и может подорвать доверие к решениям, принимаемым правительством. Для того чтобы упорядочить дело и исключить дублирование рассмотрения вопросов разными научными комитетами, в парламентском докладе по проблеме генетически модифицированных организмов, опубликованном в 2005 г., было предложено создать единый «вертикальный» комитет, в котором были бы объединены оценки всех стадий процесса: лабораторных, тепличных (в случае ГМ растений), полевых испытаний, коммерческого использования и долгосрочного мониторинга. Это предложение все еще не реализовано. Побочным результатом дискуссий стало включение ПУ во французскую конституцию.

В заключение раздела приведем еще один пример авторитетности и влияния общественности, на сей раз в Соединенных Штатах Америки. В 2005–2006 гг. в США был опубликован доклад неприбыльной организации «Наука в интересах общества». В течение года она обследовала состав консультативных комитетов и экспертных групп АН США, работающих с правительственными органами. Выяснилось, что у каждого пятого эксперта присутствует так называемый «конфликт интересов», т.е. во время обследования или в недавнем прошлом он имел финансовые связи с фирмами, которые были заинтересованы в исходе обсуждения в прави-

тельстве вопросов по профилю консультативного органа, где состоял данный эксперт. В докладе не ставилась под сомнение объективность рекомендаций, исходивших от упомянутого органа, но наличие «конфликта интересов» считается в таких случаях недопустимым. Подобную работу провела и общественная группа «Граждане». Было проверено 221 заседание 16 консультативных комитетов, и оказалось, что в 73% случаев хотя бы один член комитета «конфликтом интересов» обладал. Правительство вынуждено было пересмотреть порядок формирования консультативных органов, ограничить число представителей из промышленных кругов, установить обязательность сбалансированности состава (промышленность, академия, общественность) и широкого отражения разных взглядов на обсуждаемую проблему. Что же касается «конфликта интересов», то любой эксперт или консультант не должен иметь финансовых связей с заинтересованными фирмами в течение не менее пяти последних лет.

Последний и ранее приводившиеся примеры позволяют сделать бесспорный вывод: новой характерной особенностью современной парадигмы научно-технического развития является широкое и активное участие общественности в лице ее различных организаций в формировании решений по важным и зачастую спорным вопросам развития научных исследований. Можно говорить об определенной степени общественного контроля за наукой. К сожалению, в этом принципе вполне положительном явлении есть и негативная сторона. Научные проблемы начинают переплетаться с политикой, могут становиться объектом политических спекуляций. Потенциально такая опасность существует.

Глава третья

ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Как уже кратко отмечалось в разделе 1.1., приблизительно с 70-х годов прошлого века в силу экономических причин наука вступила на путь интенсивного развития, появились новые для того времени организационные структуры (формы) ИР, которые позволяли более эффективно использовать накопленный научно-технический потенциал, сокращая традиционный цикл «наука – производство – рынок». В последние десятилетия прошлого века и сегодня организационные факторы ПНТР развиваются по двум внешне противоположным направлениям. Первое из них – это консолидация национального потенциала, обеспечение взаимодействия всех секторов науки, кооперация усилий их субъектов для обогащения и ускорения инновационных процессов, для повышения конкурентоспособности страны на мировом рынке наукоемкой продукции, расширения сбыта и получения в итоге большей прибыли и, соответственно, больше ресурсов для дальнейшего развития ИР и экономического роста. Второе направление, преследующее те же цели, – это глобализация науки и производства, трансформация географического распределения научно-технического и производственного потенциалов, переход транснациональных корпораций от вертикальных жестких систем к горизонтальным, позволяющим функционировать экономнее, легче приспосабливаться к условиям рынка и их динамичным изменениям.

3.1. Консолидация национального научно-технического потенциала

В процессе консолидации национального научно-технического потенциала ведущую роль играет государство (из перечисленных выше его ипостасей по отношению к науке в этом случае на первый план выходят законодательная и координационная). Организационных форм, в которых данный процесс протекает, довольно много, и поскольку мы фактически имеем дело с явлениями сегодняшнего дня, развивающимися, меняющимися на глазах, строго классифицировать их, составить достаточно полную схему и разложить все «по полочкам» трудно, не рискуя значительно обеднить реальную картину.

Поэтому мы ограничимся лишь распределением по укрупненным категориям в зависимости от параметра, влиянию времени не подверженного, – уровня, на котором организуется интеграционное взаимодействие. Тогда вся совокупность программ, центров, ассоциаций, консорциумов распадается на четыре массива: общегосударственные или, как их часто называют, национальные, в том числе отраслевые; региональные или местные; межучрежденческие, на уровне отдельных организаций; и, наконец, – международные. В нашем случае наибольший интерес представляет первая из перечисленных категорий.

3.1.1. Национальные исследовательские программы (НИП)

Термин «национальная программа» используется сегодня настолько широко, что под ним зачастую имеются в виду совершенно разные по содержанию, организационным принципам, схемам управления и финансирования мероприятия. С одной стороны, национальными программами называют целые направления науки и техники, поддерживаемые государством и включающие в себя десятки, а то и сотни разнокалиберных проектов и программ в более узком смысле этого слова. Принято, например, говорить об американской (российской, японской и т.д.) космической программе как о всей совокупности проводимых страной космических исследований; или о национальных программах охраны окружающей

среды, развития здравоохранения, сельского хозяйства. С другой стороны, в ранг национальных номинально может попасть и сравнительно небольшой проект, выполняемый в рамках какого-либо университета или института, коль скоро этот проект представляется его авторам достаточно важным и новаторским. Поэтому прежде чем переходить к предметному рассмотрению НИП, необходимо оговорить, какие именно исследования и разработки мы относим к данной категории, какими специфическими признаками они обладают.

Определяющими, на наш взгляд, являются два основных критерия. Первый, который и оправдывает название «национальная», – это участие в разработке и реализации программы всех основных секторов научно-технического потенциала страны: государственного, академического и частнопромышленного. Речь, разумеется, не идет о какой-то мобилизации, состав участников формируется на сугубо добровольной основе, и каждый из них руководствуется собственными интересами, однако масштабы национальных программ диктуют необходимость широкого межсекторального сотрудничества. В принципе возможны и усеченные варианты, когда какой-либо один сектор в числе участников не представлен, но такие случаи встречаются очень редко. В зависимости от того, какой из секторов играет роль «первой скрипки», НИП можно подразделить на государственные и частнопромышленные. Академический сектор в качестве основной движущей силы, организующей и финансирующей программу на национальном уровне, не выступает.

Второй основной критерий НИП – это конкретность содержания, целей, сроков исполнения и объемов капиталовложений. Этим они отличаются от поддержки отдельных направлений науки или научных учреждений «в целом». Правда, следует отметить, что в последнее десятилетие «общее» финансирование вообще становится редкостью, уступая место контрактным и иным целевым формам. Даже для получения сравнительно небольшой субсидии (гранта) от правительственного ведомства, частного или общественного фонда требуется четкое обоснование, доказывающее, что деньги не будут потрачены зря. Но от подобных грантов НИП дистанцирует первый критерий – масштабность и комплексный состав исполнителей.

Очевидно, что отвечающая сформулированным требованиям категория ИР остается весьма обширной, и внутри нее концентрируются проекты, сильно отличающиеся друг от друга по многим вторичным параметрам: по характеру целей, по источникам финансирования, по схемам организации работы и управления. Поэтому желательна более глубокая классификация, позволяющая выделить наиболее типичные варианты внутри общей группы.

По характеру целей программы можно разделить на два типа.

1. НИП, организованные с целью создания конкретного технического изделия. Их можно условно назвать производственными. Эти программы, восходящие ко времени Второй мировой войны (наиболее показательный пример – проект «Манхеттен», кодовое название разработки американской атомной бомбы), обладают довольно четкой спецификой: почти всегда государство выступает здесь в качестве заказчика, полностью финансирует работы и является потребителем конечного результата. Соответственно, они организуются в тех областях, за состояние которых именно государство несет ответственность: оборона, космос, фундаментальная наука, частично – энергетика, здравоохранение. Объем и тематический спектр национальных программ данного типа в той или иной стране зависят от места государственного сектора в национальной экономике и степени участия государства в регулировании ее развития.

Примерами производственных НИП могут служить военные американские и западноевропейские проекты вплоть до программы «Звездных войн», французская и японская программы создания атомных электростанций, строительство крупных установок для проведения фундаментальных исследований (ускорители элементарных частиц, уникальные телескопы, исследовательские морские суда), разработка американского «Шаттла» или космической станции, новых типов ракет-носителей, космического телескопа «Хаббла» и многие другие подобные проекты. Характерная тенденция в развитии таких программ – их переход с национального на международный уровень, как это произошло с проектом космической станции, которая функционирует на орбите с ноября 2000 г., причем строительство ее продолжается. В первую очередь это относится к проектам гражданского назначения. В строи-

тельстве американской космической станции принимали участие 16 стран¹, российские, американские и западноевропейские космические агентства. Ряд ответственных узлов телескопа «Хаббл» был спроектирован и изготовлен в странах Западной Европы. В меньшей мере, но интернационализация имеет место и применительно к сугубо военным объектам (военная техника стран НАТО, японо-американский истребитель-бомбардировщик и др.).

2. Разработка новых технологий, обеспечивающих технический прогресс и конкурентоспособность какой-либо отрасли производства или группы взаимосвязанных отраслей. Этот тип программ, впервые отработанный и очень эффективно использованный японцами, сегодня широко применяется во всех развитых странах, наиболее четко отражает отмечавшееся выше стремление к консолидации национального научно-технического потенциала и интенсификации его использования. В появлении технологических НИП отчетливо проявилась способность капиталистического хозяйства в его нынешнем виде гибко реагировать на изменения объективных условий жизни общества и в необходимых пределах поступаться казавшимися когда-то незыблемыми принципами частной собственности и конкуренции.

Объектами национальных программ технологического типа являются в первую очередь новейшие отрасли техники: электроника, вычислительные системы, телекоммуникации, биотехнология, материалы с новыми свойствами. Три первых направления часто объединяют термином «информационная» техника или технология. Если считать перечисленные отрасли и программы первичными, то за ними следует волна вторичных программ, нацеленных на перестройку традиционных отраслей (металлургии, машиностроения, химии, сельского хозяйства и др.) за счет внедрения достижений новейших технологий.

Финансируется рассматриваемая группа НИП и за счет государственного бюджета, и промышленными фирмами-участниками. Соотношение между бюджетными и частными средствами зависит от содержания программы и от сложив-

¹ США, Россия, Канада, Япония, Бразилия, Бельгия, Великобритания, Германия, Дания, Испания, Италия, Нидерланды, Норвегия, Франция, Швейцария, Швеция.

шихся в стране общих пропорций в финансировании научных исследований. Допустим, в Японии государство выделяет обычно лишь небольшую часть общих затрат, а основные расходы несет частнопромышленный сектор, в США или во Франции чаще бывает наоборот, а в Англии правительство, как правило, стремится к тому, чтобы разделить затраты на паритетных началах с промышленностью. Академический сектор крайне редко вносит собственные средства в «общий котел». Его участие оплачивают другие партнеры.

Наиболее известными национальными программами технологического развития, осуществленными в недавнем прошлом, являются: в США – программы стимулирования прогресса микроэлектроники и вычислительной техники, одна из них осуществлялась через специально созданный исследовательский консорциум MCC (Microelectronics and computer technology corporation), вторая – через такой же консорциум SEMATECH, программа создания аэрокосмического самолета; в Японии – более десятка программ, большинство из которых проходит под эгидой Министерства внешней торговли и промышленности, а наиболее крупная – программа создания вычислительной техники пятого поколения; в Великобритании – программа «Элви» (вычислительная техника) и продолжавшая ее Национальная инициатива в области информационной технологии; во Франции – так называемая «фильерная» программа по электронике (La Filiere electronique) в рамках ЕЭС, к такого типа программам близки «ESPRIT», «RACE», «BRITE», «EURECA», «DELTA», «DRIVE», «BICEPS». Программы, осуществляемые ЕЭС, конечно, являются не национальными, а международными. Да сегодня вообще зачастую не так просто отделить национальное сотрудничество от международного, поскольку в любой стране Западной Европы, в Америке или в Японии есть десятки филиалов зарубежных фирм, зарегистрированных как компании страны пребывания. Кроме того, практически все ведущие национальные фирмы какой-либо отрасли связаны с аналогичными фирмами других стран множеством соглашений о взаимном лицензировании, обмене технологией и т.п. Поэтому для того чтобы программа действительно охватывала только фирмы данной страны, необходимо принимать специальные меры, что во многих случаях и делается. К примеру, членами консорциума «SEMATECH» в момент его создания

могли быть лишь фирмы, главные офисы которых находятся на территории США.

Так выглядят основные типы национальных программ, если их классифицировать по характеру целей. Если же в качестве параметра выбрать источник финансирования, то здесь можно различить две группы, хотя в каждой из них при более детальном рассмотрении найдутся, конечно, несколько отличающиеся друг от друга варианты. К первой группе относятся программы, финансируемые из какого-либо одного сектора; чаще всего в таком качестве выступает государство, реже – промышленность. Вторую группу составляют проекты со смешанным финансированием. В нем могут участвовать и государство, и промышленность, и финансовый капитал, и различные фонды, и академический сектор.

Жесткой связи между классификацией по характеру целей и по источникам финансирования нет, программа любого типа может оказаться в каждой из двух отличающихся по источникам средств групп. Но чаще всего производственные программы попадают в первую группу, а остальные – во вторую.

С учетом третьего «вторичного» параметра – организации работ и управления – программы делятся по крайней мере на три класса. Первый охватывает проекты, которые разрабатываются и реализуются силами и в рамках структур, постоянно действующих независимо от какого-то конкретного из этих проектов – государственного аппарата, аппарата промышленных фирм или университетов. В каждом из них есть специализированные звенья, занимающиеся именно такого рода работой. Каких-то новых структур, связанных с данной конкретной программой, не создается, ни управленческих, ни исследовательских. Такая ситуация типична для оборонных или космических гражданских проектов средних масштабов. Соисполнители их четко связаны по вертикали с тем звеном, которое программу возглавляет, а горизонтальные связи ограничиваются обычными взаимоотношениями субподрядчиков и поставщиков отдельных систем и узлов. Степень коллективности исследовательских работ в этих случаях низка.

Второй класс – это программы, для разработки и реализации которых внутри традиционных постоянных структур, перечисленных выше, создаются специальные звенья, свой управленческий механизм, связанный только с данной про-

граммой и действующий на время ее реализации. Такие организации обычно обрастают координационными, рабочими и консультативными группами, советами и другими вспомогательными органами. Степень консолидации сил соисполнителей и уровень их контактов, интенсивность обмена информацией возрастают, но специальных коллективных исследовательских учреждений не возникает. Программа предстает как совокупность разномасштабных проектов, каждый из которых выполняется отдельной фирмой или университетом. Так выглядят большинство программ ЕЭС и некоторые крупные технологические национальные программы в США (стратегическая оборонная инициатива – «звездные войны», стратегическая компьютерная инициатива), Великобритании (программа «Элви» и др.).

Для относящихся к третьему классу программ характерно создание не только специального управленческого механизма, но и объединения кадровых и материальных ресурсов соисполнителей в едином центре. Центр может создаваться с самого начала работ или на других, более поздних этапах. Условия его комплектования варьируются от временного командирования сотрудников организаций – участников программы на различные сроки до найма специального самостоятельного штата исследователей. Силами этого центра выполняется не весь объем ИР, значительная часть их проводится соисполнителями в своих лабораториях и цехах, но наиболее сложные проблемы решаются обычно в объединенном центре, равно как и самые ответственные этапы сборки, отладки и испытаний прототипов и экспериментальных образцов. По такой схеме были построены программа создания пятого поколения вычислительной техники в Японии и ответные американские программы, осуществлявшиеся консорциумами «MCC» и «SEMATECH».

Если проследить во времени эволюцию организационных структур, используемых для реализации НИП, то достаточно четко проступает тенденция перехода от менее централизованных форм к более централизованным, обеспечивающим большую степень объединения ресурсов исполнителей и четкую координацию действий вплоть до создания совместных коллективов исследователей.

В качестве конкретных примеров рассмотрим две американские НИП, одну японскую и одну программу ЕС.

3.1.2. Консорциум «SEMATECH»

Консорциум, название которого представляет собой сокращение трех слов – *semiconductor manufacturing technology* (технология производства полупроводников), создан в 1987 г. и является одним из звеньев целой цепи мер, предпринимавшихся правительством и промышленными фирмами США в ответ на японские НИП развития электроники и вычислительной техники.

Инициатива его создания принадлежала Ассоциации полупроводниковой промышленности США (US Semiconductor industry association – SIA), и в основу проекта были положены принципы кооперации, во многом сходные с применяемыми японцами. Для США – это один из первых национальных проектов такого типа. Целью его было вернуть Соединенным Штатам первенство в области производства оборудования для изготовления различных типов интегральных схем (ИС). В 60-х годах и начале 70-х американцы были непререкаемыми лидерами на данном направлении научно-технического развития. Еще в 1975 г. три четверти мирового рынка ИС принадлежало американским компаниям. Но к 1986 г. их доля сократилась до 55%. За тот же период доля японских фирм увеличилась с 15 до 40%, а по некоторым видам схем памяти – RAM 64K – Япония захватила 70% (1, с. 14).

В консорциум входили 14 фирм, среди которых были основные изготовители микросхем, поставщики исходных материалов и потребители конечной продукции, изготовители компьютеров. Достаточно назвать «Intel», IBM, AT&T. Штаб-квартира организации и опытное производство разместились в г. Остин (штат Техас). Предложения принять у себя «SEMATECH» поступали от примерно 100 городов из 30 штатов страны. Остин вышел победителем после того, как Техасский университет купил у фирмы «Data General Corp.» здание ее бывшего завода площадью 350 тыс. кв. футов и изъявил готовность сдать его консорциуму в аренду за весьма умеренную плату.

Правительство и Конгресс США поддержали инициативу SIA. Конгресс в декабре 1987 г. одобрил проект и выделил на первый год со стороны государства 100 млн. долл. Со стороны правительства в консорциум вошло Министерство

обороны, но не в качестве организатора, а на правах одного из членов.

Консорциум имеет собственную администрацию, во главе которой стоит исполнительный комитет (executive committee). Первым главным администратором, осуществлявшим непосредственное руководство работами, был до своей смерти в 1990 г. Р. Нойс, «призванный» из фирмы «Intel corporation», которую он основал и возглавлял в течение многих лет. Высокий авторитет Нойса в промышленных кругах, его репутация блестящего организатора служили, по мнению многих обозревателей, залогом успеха программы.

Военное же ведомство оказалось в правительственном аппарате наиболее удобным каналом для предоставления финансовой помощи испытывающей трудности отрасли промышленности. Гражданского ведомства, способного представлять правительство в такой программе, как «SEMATECH», не нашлось. Это дало повод лишний раз высказаться сторонникам организации в США Министерства науки и техники (такое предложение время от времени всплывает и дебатруется уже много лет, но достаточно широкой поддержки не получает). Они считали, что Министерство обороны мало подходит для участия в программе, нацеленной на коммерческую реализацию результатов ИР. Для военных вопросы экономической эффективности никогда на первом плане не стояли, а многие контракты Пентагона в связи с этим оказывались совершенно несостоятельны и не раз подвергались острой и справедливой критике.

Со стороны Управления перспективных исследований, ведающего участием Пентагона в программе, была сделана попытка навязать консорциуму принятую у военных систему организации долгосрочных ИР – распределить деньги между университетскими и частными исследовательскими лабораториями, где есть многообещающие идеи и научный задел, а за собой оставить лишь функции координатора. Но руководители «SEMATECH» воспротивились этому, считая необходимым создавать собственный экспериментальный центр. В итоге было достигнуто компромиссное решение – консорциум такой центр организовал, но 20% от общего объема выделенных на программу денег обязался использовать для финансирования перспективных проектов «на стороне».

Перед консорциумом ставились три основные задачи. Во-первых, обеспечить условия для широкого освоения всей отрасли уже существовавшего, но использовавшегося лишь наиболее крупными и прогрессивными фирмами оборудования. Во-вторых, развернуть исследовательские и опытно-конструкторские проекты создания принципиально новых технологий, которые позволили бы качественно улучшить главные параметры ИС: степень интеграции, надежность и т.д. Здесь были выделены три этапа, три технических рубежа, различавшихся по важнейшему показателю – миниатюризации элементарных логических ячеек. Ближайший рубеж, достижение которого намечалось к середине 1990 г., – это разработка технологии и комплекса оборудования, обеспечивающих массовое изготовление ИС с ячейками размером 0,8 мкм (напомним, что 1 мкм равен одной тысячной доле миллиметра). Следующий шаг – переход к схемам с минимальной геометрией 0,5 мкм (к концу 1990 г.), а конечная цель, поставленная на 1994 г., – 0,35 мкм. Нужно иметь в виду, что за каждым таким шагом стоит промышленное освоение сложнейших физико-химических процессов (например, переход от оптической литографии к рентгеновской), новых материалов и средств автоматизации. И каждый шаг обещает появление новых поколений электронной и иной техники – производственной, бытовой, военной. В-третьих, задачей консорциума являлась организация демонстрационных участков, где все создаваемое оборудование должно было проходить эксплуатационную проверку, действуя круглосуточно и давая возможность фирмам – участницам программы не только наглядно убедиться в его работоспособности, но и обучить кадры специалистов, которые смогли бы наладить аналогичные линии на своих заводах. Демонстрационные участки были организованы в том самом собственном экспериментальном центре, на создании которого настояли руководители консорциума.

Бюджет складывался из трех источников – дотаций федерального правительства, взносов фирм-участниц и дотаций правительств штатов и местных властей. На ассигнования центральной власти приходилось примерно 2/5 всех затрат. Фирмы, вступившие в консорциум, отчисляют в его бюджет 1% выручки от объема своего сбыта, но взнос каждой из них не должен превышать 15% общей суммы, поступающей от част-

нопромышленного сектора. Право участия в «SEMATECH», как уже отмечалось, имели только компании, выпускающие полупроводниковые приборы и/или оборудование для их изготовления, имеющие главные отделения на территории США, т.е. компании американские. Результаты выполненных консорциумом ИР принадлежат его участникам, но лишь на несколько лет они остаются закрытыми для других потенциальных потребителей. По истечении этого срока консорциум обязан предоставлять возможность закупки у него лицензий всем желающим. Таким образом, организаторы «SEMATECH» получают лишь определенную фору при использовании новых технологий, но не монополию на них.

Сами американцы оценивали появление консорциумов типа «SEMATECH» как крупный сдвиг во всей философии частнопредпринимательской деятельности. Приведем лишь мнение известного научного обозревателя Д. Гринберга, которого мы упоминали выше: «В прошлые времена на любом совещании представителей промышленности, где обсуждалось бы сотрудничество между “IBM”, “Hewlett-Packard”, “Texas Instruments” и другими конкурентами, немедленно зазвучали бы сигналы тревоги по поводу нарушения антитрестовского законодательства». «Пять-восемь лет назад члены “SEMATECH” могли бы попасть под суд, – говорит Фрэнк Пресс, президент Национальной академии наук и бывший советник президента Картера по науке. – Сегодня правительство их поддерживает и поощряет. Министерство обороны вкладывает 100 млн. долл. в 250-миллионный годовой бюджет “SEMATECH” как свою долю участия в отчаянной попытке противостоять стремительно растущему преобладанию Японии в жизненно важной области производства чипов. Закрываются глаза на то, что прямые правительственные субсидии работающей ради прибылей отрасли промышленности и включение конкурирующих друг с другом фирм в финансируемый государством консорциум представляют собой поворот на 180° в ориентировавшейся на свободный рынок идеологии рейгановской администрации. По отношению к “SEMATECH” Пентагон функционирует как миниатюрное MITI (Министерство промышленности и внешней торговли Японии в 80-е годы. – *Авт.*), отечески опекая коллективные усилия по созданию новой революционной технологии изготовления чипов. Члены консорциума при сравнительно небольших собствен-

ных платежах могут стать участниками долгосрочных капиталовложений в ИР и избавиться от постоянного давления держателей акций, требующих немедленно отдачи» (2, с. 38).

Консорциум выполнил все поставленные перед ним при его создании задачи, но не прекратил своего существования, а перерос в коллективный исследовательский центр полупроводниковой промышленности США, который в 2007 г. отпраздновал свое 20-летие. За эти годы он обеспечивал американское, а по сути дела, все мировое производство базовых элементов электронной техники новейшими технологическими разработками, прогнозами, экономическими оценками производственных процессов. Консорциум и сегодня продолжает интенсивно работать, решая проблемы перехода к нанoeлектронике. За последние пять лет, участвуя в работе «SEMATECH», многие наиболее продвинутые в плане инноваций компании получили более 2 млрд. долл. прибыли. Члены консорциума, по их подсчетам, имеют 5,4 долл. на каждый ими вложенный доллар, что по любым меркам чрезвычайно выгодно. Входящие в консорциум предприятия изготавливают примерно половину всех производимых в мире полупроводниковых приборов. К тому же «SEMATECH» связан взаимными сотрудническими обязательствами с поставщиками сырья, университетами, исследовательскими институтами, другими консорциумами, правительственными органами и начинающими фирмами по всему миру. За два десятка лет консорциум оброс «семейством» дочерних организаций и предприятий. В их числе – ATDE (Advanced technology development facility) – экспериментальное предприятие, на котором апробируются новейшие технологии изготовления полупроводниковых интегральных схем и сами схемы, отрабатываются методики, стандарты и производственная инфраструктура, позволяющая повысить производительность и снизить затраты; и ISMI (International SEMATECH manufacturing initiative) – единственная в мире организация, занимающаяся исключительно проблемой эффективности производства полупроводниковых материалов и интегральных схем. Члены консорциума «SEMATECH» являются и членами ISMI. Кроме этих двух предприятий к консорциуму примыкает (хотя и не принадлежит) еще одна организация – «International technology roadmap for semiconductors» (ITRS). Она является международной, финансируется национальными ассоциациями

предприятий полупроводниковой промышленности США, Западной Европы, Японии, Тайваня и Южной Кореи. Задачи данной организации – оценка технологий, прогнозирование и согласование в международном масштабе технических параметров перспективных микросхем и сроков достижения этих параметров основными производителями. Всего перечисленные выше ассоциации насчитывают 1288 членов, из них 709 (55%) – в США, 223 (17%) – в Японии, 172 (13%) – на Тайване, 124 (10%) – в Западной Европе и 60 (5%) – в Южной Корее.

3.1.3. Американская национальная программа развития нанотехнологии

3 декабря 2003 г. президент США Буш подписал принятый Конгрессом в январе того же года Закон о развитии исследований и разработок в области нанотехнологии в XXI в. С этого момента нанотехнология становится главным исследовательским приоритетом научно-технической политики нынешней американской администрации (6, с. 1). Попытки координировать исследования и разработки (ИР), проводившиеся федеральными министерствами и ведомствами в области нановеличин, т.е. на молекулярном и атомном уровнях (один нанометр равен миллиардной доле метра), начались еще в ноябре 1996 г., когда была организована неформальная межминистерская группа, в рамках которой регулярно обсуждались планы работ и состояние конкретных программ. В сентябре 1998 г. эта группа получила официальный статус Межведомственной рабочей группы по нанотехнологии (Interagency working group for nanotechnology – IWGN), подчиненной Национальному научно-техническому совету (National science and technology council – NSTC). Рабочая группа провела целый ряд семинаров и исследований, позволивших определить состояние нанотехнологических ИР в стране и в мире, а также перспективы развития этой области знаний на ближайшие десятилетия. В работе принимали участие представители всех секторов науки США, а результаты предопределили выдвижение развития данного направления в число приоритетных национальных задач. В августе 1999 г. IGWN подготовила проект плана национальной программы,

который прошел экспертизу и согласование в Президентском совете консультантов по науке и технологии (President's council of advisors on science and technology) и в Бюро по определению научно-технической политики (Office of science and technology policy – OSTP). В итоге президент Клинтон в представленном Конгрессу проекте бюджета на 2001 г. выделил отдельной строкой Национальную нанотехнологическую инициативу (ННИ). После ее утверждения Конгрессом рабочая группа была распущена и вместо нее организован подкомитет по нанотехнологии в составе Комитета по технологии NSTC, курирующего координацию и финансирование межведомственных исследовательских программ. В состав подкомитета вошли представители правительственных ведомств, занимающихся нанотехнологией, и OSTP. В качестве секретариата подкомитета был создан Координационный отдел (National nanotechnology coordination office – NNCO), на который возложено решение повседневных технических и административных вопросов и обеспечение контактов между правительственными организациями, исследовательскими вузами, промышленными предприятиями, профессиональными ассоциациями, иностранными учреждениями и т.д.

Окончательно организационные рамки ННИ, ее содержание и задачи оформлены упоминавшимся выше законом. Закон содержит десять разделов (sections). Первый и последний разделы – стандартные. В первом устанавливается официальное название закона, а в последнем даются определения специфических терминов, использованных в тексте. Термин «нанотехнология» определяется следующим образом: «Нанотехнология – это совокупность научных знаний и технологий, которые позволяют понимать, измерять, контролировать и осуществлять производственные процессы на атомном, молекулярном и надмолекулярном уровнях с целью создания материалов, устройств и систем с принципиально новыми молекулярными структурами, новыми свойствами и функциями». Во втором разделе определяются основные направления работ по программе, порядок управления, планирования и отчетности. Задачами ННИ закон считает:

– определение целей, приоритетов и методов оценки состояния исследований, разработок и прочих видов активности в области нанотехнологии, осуществляемых в стране на средства федерального правительства;

– финансирование ИР в данной области, направленных на достижение поставленных целей, предоставление грантов отдельным исследователям и междисциплинарным исследовательским коллективам;

– организацию сети пользователей перспективных технологий;

– создание на конкурсной основе центров междисциплинарных нанотехнологических исследований; указанные центры должны взаимодействовать и сотрудничать, обмениваться технической информацией и передовым опытом, привлекать к совместной работе университеты, государственные федеральные лаборатории, организации, подведомственные отдельным штатам, а также промышленные фирмы; центры следует расположить так, чтобы ими были охвачены как можно больше регионов страны;

– обеспечение глобального лидерства США в области развития и использования нанотехнологии;

– повышение продуктивности американской производственной базы и ее конкурентоспособности на основе стабильных, рациональных и скоординированных капиталовложений в рассчитанные на длительную перспективу научные и инженерные исследования в области нанотехнологии;

– ускорение внедрения результатов успешных нанотехнологических исследований в частный промышленный сектор, в том числе во вновь создаваемые фирмы соответствующего профиля;

– особое поощрение междисциплинарных исследований и кооперации различных субъектов ИР в рамках нанотехнологических проектов;

– содействие созданию эффективной образовательной базы для подготовки кадров исследователей и специалистов в области нанотехнологии;

– обеспечение должного внимания к этическим, юридическим, экологическим и прочим социальным аспектам нанотехнологических ИР, включая потенциальные возможности использования их результатов для повышения уровня интеллекта человека или создания устройств искусственного интеллекта, возможности которого превышали бы возможности интеллекта человека; в рамках ННИ должна быть организована соответствующая подпрограмма, и проводимые по этой подпрограмме работы следует четко координировать с

собственно нанотехнологическими ИР; достижения нанотехнологии должны способствовать повышению качества жизни всех американцев;

– содействие информированности как можно более широкой общественности о целях и содержании нанотехнологии, проведение общественных дискуссий и иных мероприятий информационно-просветительского характера.

Общее руководство программой возлагается на NSTC, который получает право организовать для этого специальную подгруппу. Последняя в течение 12 месяцев после вступления данного закона в силу должна разработать, а затем обновлять каждые три года стратегический план выполнения поставленных перед программой задач. Особо подчеркнуто, что в этом плане необходимо предусмотреть механизмы передачи результатов работ из лабораторий в производство, систему поддержки перспективных междисциплинарных фундаментальных ИР и порядок финансирования межведомственных проектов. Подгруппе поручается также подготовка общего, включающего работы всех ведомств бюджета ИР в области нанотехнологии для представления его в Бюджетное управление Конгресса, чтобы «обеспечить сбалансированный портфель исследований и достаточный уровень их финансирования». Отдельный план должен быть разработан для привлечения к работам малых и средних предприятий через администрацию малого бизнеса и ее программы. Закон обязывает NSTC ежегодно представлять в сенатский Комитет по торговле, науке и транспорту, а также в Комитет по науке палаты представителей и другие заинтересованные комитеты Конгресса отчет, включающий подробный, разбитый по ведомствам и видам работ бюджет текущего финансового года, столь же подробный проект бюджета на следующий финансовый год, анализ состояния работ по программе и оценку выполнения плана отдельными правительственными ведомствами. В отчете должна быть показана степень участия предприятий малого и среднего бизнеса с указанием объема выполняемых ими ИР.

Третий раздел закона устанавливает порядок координации работ. Президенту поручается организовать Национальное координационное бюро по нанотехнологиям (National nanotechnology coordination office) во главе с директором и определить необходимую численность сотрудников с полным рабочим днем. Через 30 дней после вступления закона в силу дирек-

тор Управления научно-технической политики в администрации президента должен доложить заинтересованным комитетам обеих палат Конгресса о выполнении данного поручения и о финансовом обеспечении работы Бюро. Кроме координации деятельности федеральных министерств и ведомств, Бюро возьмет на себя функции организации, налаживающей контакты между правительственными учреждениями, с одной стороны, и университетами, промышленными фирмами, профессиональными обществами, программами развития нанотехнологий в отдельных штатах, заинтересованными группами представителей общественности и т.д. с целью обмена опытом и информацией – с другой. Ему также поручается содействовать внедрению опыта работы и результатов ИР как в правительственных организациях, так и в промышленности, включая новые малые фирмы.

Четвертый раздел предусматривает организацию Национального консультативного совета по нанотехнологиям (National nanotechnology advisory panel). Создать или назначить такой Совет поручается президенту. В состав Совета должны входить главным образом представители университетской науки и промышленности. Члены Совета в своей совокупности должны иметь опыт исследовательской работы в области нанотехнологии, опыт разработки и демонстрации соответствующих изделий, опыт работы в области образования, передачи технологий, коммерциализации разработок, а также изучения социальных и этических аспектов ИР. Задачей Совета является консультирование президента и руководящих органов программы по следующим вопросам:

- каковы тенденции и направления развития нанотехнологии и ее применения;
- насколько успешно выполняется программа, нет ли необходимости ее пересмотра;
- достаточно ли сбалансировано развиваются разные компоненты программы, в том числе с точки зрения их финансирования;
- в какой мере намеченные планы и выбранные приоритеты содействуют поддержке американского мирового лидерства в данной области;
- насколько успешно функционирует система руководства программой и ее координации;

– уделяется ли достаточное внимание социальным и этическим проблемам.

Консультативный совет должен не реже одного раза в два финансовых года представлять президенту отчет о своей работе. Жалования членам Совета за участие в его работе не предусматривается, но командировочные расходы для тех, кто живет вне Вашингтона, должны оплачиваться так же, как они оплачиваются государственным служащим.

Пятый раздел закона предусматривает еще одну форму контроля за ходом выполнения программы. Директору Национального координационного бюро поручается заключить соглашение с Национальным исследовательским советом Национальной академии наук о том, чтобы последний проводил раз в три года оценку работ. В законе перечисляются общие аспекты, подлежащие проверке и оценке, с выдачей рекомендаций по совершенствованию организации работы и дополнению программы новыми направлениями ИР, изменениям бюджета и т.п.

Особо закон выделяет два круга вопросов. Во-первых, в первом же из отчетов Национального исследовательского совета должна быть определена принципиальная техническая возможность использования «самосборки» молекул для изготовления материалов и устройств на молекулярном уровне. Во-вторых, в том же отчете следует оценить необходимость установления стандартов или иных обязательных ограничений на разработку некоторых направлений нанотехнологии, в том числе на создание самовоспроизводящихся наноразмерных машин и иных устройств, на распространение подобных устройств в естественной среде, на использование нанотехнологии в военных целях, а также в целях повышения уровня человеческого интеллекта или создания интеллекта искусственного. Первый отчет должен был быть представлен не позже 10 июня 2005 г., а впоследствии – каждые три года.

Шестой раздел закона определяет объемы финансирования основных участвующих в Программе правительственных ведомств для выполнения связанных с ней задач. Соответствующие данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Средства, выделяемые на реализацию ННИ
(2005–2008 гг.) (млн. долл.)**

	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Национальный научный фонд	385	424	449	476
Министерство энергетики	317	347	380	415
НАСА	34,1	37,5	40,0	42,3
Национальный институт стандартов	68,2	75,0	80,0	84,0
Агентство по охране окружающей среды	5,5	6,05	6,413	6,8

Как видно из таблицы, самые крупные суммы были выделены ННФ, т.е. на фундаментальные исследования.

В седьмом разделе Институту стандартов и технологии предписывается организовать специальную программу фундаментальных ИР для создания средств метрологического обеспечения, контроля качества и надежности разрабатываемых в рамках ННИ устройств и систем. Кроме того, институту поручается использовать курируемую им программу производственного партнерства (Manufacturing extention partnership programme) для вовлечения в работы по ННИ предприятий малого и среднего бизнеса. Этот же институт должен служить информационным центром по вопросам коммерциализации результатов нанотехнологических ИР, аккумулировать и распространять положительный опыт отдельных штатов, федеральных лабораторий, университетов и частных фирм.

Восьмой раздел содержит поручение Министерству энергетики включить в программу своих работ поддержку консорциумов, организуемых на конкурсной основе для выполнения междисциплинарных нанотехнологических ИР. На эти цели министерство должно ежегодно выделять 25 млн. долл. из отпущенных ему на работы по ННИ средств. Министерству также поручается развернуть работы по созданию средств инструментального обеспечения нанотехнологических исследований.

Девятый раздел предусматривает организацию еще двух специализированных центров. Первый из них – Центр готовности США к использованию нанотехнологий (American nanotechnology preparedness center) – должен проводить и координировать изучение социальных, этических и правовых

аспектов нанотехнологических ИР, а кроме того – вопросов образования и подготовки кадров для работ в данной области. Второй центр – Центр по проблемам производства наноматериалов (Center for nanomaterials manufacturing) – должен проводить, поддерживать и координировать ИР, направленные на создание материалов с новыми характеристиками прочности, плотности, огнеупорности и т.д., а также новых видов мембранных фильтров.

3.1.4. Японская национальная программа разработки «Системы обработки образной информации» (Pattern information processing system – PIPS)

Хронологически это второй из крупных проектов, направленных на развитие электроники и вычислительной техники в Японии.

Использованные в ходе осуществления PIPS организацией принципы и процедуры могут с полным основанием рассматриваться как типичные для всех кооперированных проектов Министерства внешней торговли и промышленности (МВТП), а накопленный за время работы над ним опыт во многом определил как содержание, так и формы проведения программ, разрабатываемых Японией в области информационной технологии в последующие периоды.

В качестве главной технической цели проекта, как явствует из его названия, было выбрано создание современных систем распознавания образов, обработки и представления образной информации. Решение весьма ответственное, поскольку фактически речь шла об определении стратегической задачи важнейшей области техники на достаточно длительный период. Чем руководствовалось МВТП, выдвигая данную проблему во главу угла основной программы разработки информационной техники на 70-е годы? Во-первых, конечно, собственным опытом, приобретенным за предшествующее десятилетие, в частности при выполнении проекта «Электронный компьютер с особо высокими эксплуатационными характеристиками». Именно работа с образной информацией (графической, звуковой) вызвала здесь наибольшие трудности, причем уже примерно на половине пути стало очевидно, что за оставшиеся годы преодолеть их не удастся.

Во-вторых, результатами анализа состояния и направлений исследований по вычислительной технике, выполнявшихся за рубежом, в первую очередь в США. Производители вычислительной техники, включая IBM, а также университеты и исследовательские центры, указывало MBTP, с энтузиазмом работают над созданием систем обработки образной информации, ориентированных на практическое применение. Учитывая эти обстоятельства, Япония должна предпринять решительные аналогичные меры. В противном случае она окажется позади IBM и других производителей информационной техники, что «серьезно затормозит формирование в Японии информационно-ориентированного общества». Подчеркнем, что, выбирая цели ИР на 70-е годы, MBTP ориентировалось не на текущий момент, а на долгосрочную перспективу, заглядывая в следующее за планируемым десятилетие. Наконец, решающую роль при определении технических целей PIPS сыграло, конечно, само содержание выбранной проблемы. Она, по существу, охватывает весь спектр наиболее актуальных вопросов развития электронно-вычислительной техники 70-х годов – от разработки новой элементной базы до специализированных моделей электронно-вычислительных машин (ЭВМ) различного назначения. Она же является одной из важнейших составных частей проблематики «искусственного интеллекта». Все это позволяет рассматривать обработку образной информации как ключевое звено развития электронно-вычислительной техники в период действия проекта PIPS, способное в случае успеха потянуть за собой всю «компьютерную цепочку».

Официально датой начала работ над проектом считается 1971 год. Однако подготовительная деятельность началась значительно раньше. Первые контакты по этому вопросу между соответствующим подразделением MBTP (оно называется Machinery and information industries bureau – Бюро по машиностроению и информационной промышленности) и потенциальными участниками проекта – частными фирмами, Японской ассоциацией развития электронной промышленности (Japan electronic industry development association – JEIDA), электротехнической лабораторией MBTP (Electrotechnical laboratory – ETL) были установлены еще в 1968 г. В 1969 г. ETL разработала предварительную концепцию PIPS и представила ее на рассмотрение заинтересованным фирмам. Од-

нако последние, обсудив, каждая в отдельности, эту концепцию со своими специалистами, отклонили предложение ETL на том основании, что оно слишком академично и не нацелено на получение прикладных результатов, которые можно было бы быстро реализовать в коммерческих целях. Тогда MBTP предложило фирмам сформулировать свои варианты программы работ. В поступивших от фирм документах акцентировались в основном две проблемы: усовершенствование интерфейса «человек — машина» и разработка новых базовых элементов — интегральных схем. После тщательного анализа этих предложений специалистами MBTP в конце 1969 г. в составе Комитета крупномасштабных проектов, курирующего программу в целом, был организован Подкомитет проекта PIPS из 12 авторитетных специалистов под председательством профессора Нагано из Токийского университета. Перед подкомитетом поставили задачу на основе всех предварительных материалов подготовить глобальный план проекта PIPS.

В 1970 г. такой план был разработан. Наряду с подробной структурой тематики ИР он содержал обзор состояния информационной технологии в США и в Европе, каталог целей, предложения по бюджету проекта и по составу участников работы. Далее последовали неофициальные консультации между MBTP и Министерством финансов. Последнее не согласилось с наметками бюджета и со своей стороны определило приемлемый объем государственного финансирования. Это повлекло за собой новую серию консультаций между всеми участниками подготовительного процесса и переработку плана с учетом наложенных Министерством финансов ограничений. Новый вариант был представлен финансистам и получил их одобрение. Общий объем государственной субсидии предусматривался на уровне 35 млрд. иен. Это в три раза больше, чем выделялось на проект «Электронный компьютер» в 1966 г., и в пять раз больше бюджета самого объемного из других крупномасштабных проектов, разрабатывавшихся под эгидой MBTP одновременно с PIPS. Цифры наглядно свидетельствуют, сколь большое значение придавалось данному проекту не только Министерством внешней торговли и промышленности, но и правительством в целом. Правда, оно не нашло возможным полностью принять на себя все издержки. Фирмы-участники должны были покрыть 40%

расходов на содержание своего исследовательского персонала, занятого в кооперации, а ETL – все 100%. Проект намечалось завершить в течение восьми лет, к концу 1978 г. Летом 1971 г. полностью определился состав участников и была сформирована структура управления: MBТП образовало Комиссию крупномасштабного проекта PIPS (Large scale project commission), назначило главного администратора (senior officer) и технического менеджера (technical project manager), т.е. главного конструктора. На этом подготовительная стадия завершилась.

Отметим характерную для такого рода японских программ длительность подготовительного периода, занявшего примерно три года. И дело тут не только и даже не столько в сложности тематики или желании доработать ее как можно подробнее. Эту задачу подкомитет Нагано решил менее чем за год. Основное время ушло на неформальные консультации и обсуждения, как внутри организаций, включившихся в подготовительный процесс, так и между ними, на достижение знаменитого японского консенсуса – единства мнений всех участников по обсуждаемой проблеме, являющегося результатом приемлемых для них компромиссов. Иного пути, по сути дела, и не существует. Ведь решить вопрос приказом ни у одной из сторон возможности практически нет. Японское правительство не управляет промышленными ИР путем финансирования или в директивном порядке, скорее здесь существует взаимное партнерство между звеньями государственного аппарата и секторами промышленности, основанное на прагматических решениях, взаимном уважении, согласованной деятельности, направленной на достижение общих целей.

Какой потенциал удалось привлечь к осуществлению программы и как выглядел в окончательном варианте согласованный план работ? В состав участников-исполнителей вошли две исследовательские организации и десять промышленных фирм. Первая исследовательская организация – это ETL, ставшая основным научным центром всего проекта. Второй исследовательской организацией был частный институт фирмы «Matsushita» – Matsushita research Institute. Tokkx Inc. В 1971 г. его капитал составлял 500 млн. иен. Институт специализировался на выполнении для японских и зарубежных заказчиков контрактных разработок в области

электронных компонентов, материалов для них, системного анализа, а также на продаже патентов и ноу-хау фирмы «Matsushita». Штат института – около 200 сотрудников. В проекте PIPS эта организация участвовала в качестве разработчика оптоакустических устройств систем обработки информации.

Краткая характеристика промышленных фирм-участников: пять из них, образующих как бы основную группу, являются ведущими в Японии изготовителями электронных систем, в том числе ЭВМ. Это – «Fujitsu», «Toshiba», «NEC», «Hitachi», «Mitsubishi electric». Остальные (группа поддержки) занимаются производством отдельных электронных схем и материалов для их изготовления. Если между этими группами фирм конкуренции практически нет, то внутри каждой группы оказались давние и яростные соперники за лидерство на японском и международном рынках электронной техники.

Академический сектор был представлен не организациями, а лишь отдельными учеными, которых ETL привлекала к работе на различные сроки, выплачивая им соответствующие стипендии. Кроме того, в рамках проекта была организована так называемая «Программа исследователей-визитеров» (Visiting researchers programme), предусматривавшая возможность приглашать зарубежных специалистов на контрактной основе для разработки отдельных конкретных тем. Всего по приглашениям в исследованиях приняли участие около 100 ученых-иностранцев.

В общем, привлеченный к выполнению проекта PIPS научно-исследовательский и производственный потенциал объединил все лучшие силы, которыми располагала в данной области Япония в рассматриваемый период. В ходе работ он не был постоянным, и число фирм-участников, и объемы правительственного финансирования менялись по разным причинам, но на протяжении всего десятилетия PIPS оставался самым крупным мероприятием МВТП по развитию национальной информационной технологии.

Тематический план работ (вариант 1971 г.) содержал четыре основных раздела: 1) распознавание образов; 2) компоненты и материалы; 3) обработка информационных образов; 4) создание прототипа системы. В каждом разделе выделялись конкретные темы и подтемы, расписанные по срокам выполнения и исполнителям. Работы теоретического, фун-

даментального характера возлагались главным образом на ETL и составляли примерно треть общего объема ИР. Прикладные исследования, разработки макетов и прототипов подсистем, а затем и интегрированного прототипа всей системы в целом брали на себя промышленные фирмы первой «пятерки». Менее крупные фирмы участвовали только в создании некоторых видов электронных компонентов на начальной стадии осуществления проекта.

Какие ставились цели? В первую очередь, решение задачи обработки знаков японской письменности. Она, как известно, использует заимствованную из Китая иероглифику и два варианта алфавита – катакана и хирагана. В силу специфики этого письма оно с очень большим трудом поддается механизации и автоматизации. Задача тут во много раз сложнее, чем в системах, использующих только фонетические алфавитные знаки. Поэтому даже к началу 70-х годов большинство документов в Японии писалось почти всегда от руки. Пишущие машинки с иероглифической клавиатурой хотя и существовали, но популярностью не пользовались, так как обращаться с ними было слишком трудно. В рамках проекта PIPS ставилась задача автоматизировать обработку и воспроизводство как печатных, так и рукописных японских текстов.

Далее предполагалось создать системы, способные работать и с другими информационными образами – произвольными черно-белыми плоскими изображениями, такими же цветными изображениями, трехмерными объектами и звуковой речью. Всего, таким образом, шесть типов образной информации, охватывающие основную проблематику данного направления информационно-вычислительной техники.

В процессе реализации проекта PIPS можно выделить четыре основных этапа, отличающихся как по техническому содержанию работ, так и по организационным формам кооперации участников.

Первый, наиболее длительный этап охватывает период с июля 1971 г. по март 1977 г. За это время решались задачи создания новых микросхем и экспериментальных образцов (pilot models) различных подсистем распознавания и обработки информационных образов. Первоначально намечалось завершить первый этап в 1975 г. Однако после первых лет исследований выяснилось, что необходимо внести принципиальные

изменения в основную концепцию разрабатываемой системы. В 1971 г. она была задумана как строго централизованная, базирующаяся на использовании одного мощного суперкомпьютера. Иного решения при достигнутом на то время уровне мощности интегральных схем быть не могло. Но к 1973 г. ситуация коренным образом изменилась. За несколько лет интегральные схемы стали несравнимо компактнее, производительнее и дешевле. Появилась реальная возможность заменить суперкомпьютер сетью небольших, но достаточно мощных микрокомпьютеров и построить всю систему как распределенную, децентрализованную. Именно в этом направлении развивались конструкции ЭВМ и в других странах. Очевидные преимущества децентрализованной схемы как с технической, так и с экономической точки зрения вынудили руководителей проекта PIPS и его участников в 1974 г. отказаться от исходно намеченной структуры и соответственно откорректировать планы работ и объемы финансирования; их урезали на 13 млрд. иен. Откорректированный план был выполнен в намеченные сроки, и в 1977 г. появились экспериментальные образцы подсистем, отвечающие новым требованиям. На этом первый этап завершился.

Интересно отметить, что помимо прямых, запланированных результатов, он принес и несколько побочных, которые никакими планами не предусматривались. Важнейший из них – организация нового исследовательского проекта, как бы «отпочковавшегося» в 1976 г. от проекта PIPS и продолжившего разработку новых электронных компонентов и технологических приемов их изготовления теперь уже в качестве самостоятельной, основной цели. Проект был назван «VLSI-project» (Very large-scale integration – очень большая степень интеграции) и продолжался четыре года (1976–1980). В нем принимали участие все пять фирм ведущей группы проекта PIPS, две фирмы – производители микросхем и две правительственные лаборатории – ETL и Лаборатория телекоммуникаций. Первая из них принадлежит МВТП, а вторая – общественной корпорации «Nippon Telephone and Telegraph Corp». Уже через два года, в 1978 г., четыре из фирм – участниц проекта вышли на американский рынок с микросхемами памяти емкостью 16 К с произвольным доступом (RAM – random access memory). По тем временам это были схемы, соответствовавшие самому передовому техническому

уровню, а стоили они у японских фирм значительно дешевле, чем у американских. К 1981 г. появились аналогичные японские схемы следующего поколения – 64 К RAM, и фирмы – участники VLSI проекта захватили 70% мирового рынка данного типа микросхем.

Одновременно вторая «ветвь» проекта завершилась созданием первой в мире микросхемы 128 К RAM, специально предназначенной для телекоммуникационных систем.

Эти примеры хорошо иллюстрируют гибкость технической политики Министерства внешней торговли и промышленности (МВТП). Оно сумело вовремя уловить ведущую тенденцию развития элементной базы ЭВМ, перегруппировать силы и сосредоточить их в нужный момент на решающем участке. Проект VLSI стал первой японской исследовательской программой, о которой заговорил весь мир.

Второй этап работы над реализацией проекта PIPS начался весной 1977 г. и продолжался два года, до весны 1979 г. В нем участвовали уже только пять фирм – производителей электронных систем и ETL. Фирмы, занимавшиеся разработкой компонентов, и исследовательский институт «Matsushita» вышли из кооперации в конце 1973 г., а фирма «Sanyo» – в 1977 г. Это объясняется изменением технических целей и характера работы: новые микросхемы были разработаны и освоены, экспериментальные образцы подсистем были созданы, теперь следовало превратить их в части единого целого – доработать конструктивно и снабдить необходимыми интерфейсами для стыковки. Для решения этих задач организационная структура, использовавшаяся на первом этапе, когда каждая фирма работала отдельно по своему контракту с МВТП, уже не подходила, новое содержание работ требовало более тесного взаимодействия сотрудничавших организаций. Была основана «Инженерная исследовательская ассоциация PIPS» (Engineering research association of PEPS) – бесприбыльная организация, объединившая фирмы «Toshiba», «NEC», «Hitachi», «Fujitsu» и «Mitsubishi». Эта ассоциация и получила от МВТП контракт на подготовку подсистем к интеграции в единый прототип. За 1977–1979 гг. подсистемы были подготовлены к стыковке. Создание ассоциации интенсифицировало контакты между отдельными группами разработчиков, но все же в полном смысле коллективного, совместного труда не было – каждая группа работала на своей

фирме, общаясь с остальными на совместных заседаниях и обсуждениях примерно так же, как это делалось в рабочих группах на первом этапе.

Дальнейшее «сплочение сил» характерно для следующего, третьего периода, занявшего 18 месяцев, с весны 1979 г. до конца лета 1980 г. Цель его – интегрировать разработанные подсистемы в единое целое, создать и отладить прототип новой ЭВМ. На это время была сформирована группа исследователей из 150 человек, которая работала в одном центре – «Ikebukuro sunshine building» в Токио. Правда, одновременно здесь трудилось обычно не более 80 человек, так как примерно половина членов группы командировалась для работы над проектом лишь в определенные дни недели, а остальное время были заняты на своих фирмах.

К началу осени 1980 г. работы третьего этапа PIPS завершились, новая многоцелевая система обработки информационных образов в виде работающего прототипа была представлена общественности на специальной конференции Международной федерации по проблемам обработки информации (International federation for Information processing).

Заключительный четвертый этап проекта PIPS, продолжавшийся до марта 1981 г., был отведен для подведения итогов. Небольшая группа исследователей из 20 человек провела всесторонние испытания прототипа. Фирмы – участницы кооперации и ETL составили подробные отчеты о всей проделанной работе. Результаты были рассмотрены и оценены как самой «Инженерной исследовательской ассоциацией PIPS», так и в консультативных и наблюдательных органах – «Комиссии крупномасштабного проекта» и «Подкомитете оценки» Совета по промышленной технологии. Ассоциация и сам проект прекратили свое существование. Каковы же итоги выполнения проекта?

Формально основным результатом был действующий прототип многофункциональной ЭВМ для обработки образной информации. Он состоял из шести блоков распознавания образов, пяти обрабатывающих блоков, общего контрольно-управляющего устройства и быстродействующей кольцевой системы связи, объединявшей все блоки и обеспечивавшей их согласованное взаимодействие. Весь комплекс в целом не был ориентирован на прямое коммерческое применение. Но каждый из входивших в него блоков сам по себе являлся по

существо самостоятельной ЭВМ, и по частям, так сказать, рассыпью созданная по проекту PIPS система была реализована очень широко и успешно. Причем реализация проходила не только после завершения совместных работ, но и раньше, в ходе их выполнения. Ведь фирмы – участницы проекта задействовали в нем лишь некоторую часть своего научно-технического потенциала. Все они в соответствии со своей специализацией, опытом и исследовательским заданием параллельно с коллективными ИР активно продолжали собственные разработки. И как только возникала возможность применить что-либо из совместно созданных новинок в коммерческих целях, скомбинировать их со своими оригинальными находками, эта возможность использовалась незамедлительно.

Так было, например, при создании блоков распознавания знаков японской письменности. ETL совместно с фирмой «Fujitsu» создала представительный банк данных и на основе разностороннего статистического анализа графических элементов, сочетание которых образует иероглифы, алфавитные знаки и цифры, разработала базовый алгоритм автоматического чтения. На основе этого алгоритма фирма «Toshiba» создала свою версию, приспособленную к чтению печатных знаков, и, применив оригинальный оптический прибор для считывания текста, уже в 1976 г. закончила опытный образец машины, способной опознать, классифицировать и переработать более 2 тыс. иероглифов. Скорость считывания составляла 100 знаков в секунду, а точность опознания – 98,4%. В следующей модификации точность была повышена до 99,9%.

Тем временем «Fujitsu» сконцентрировала усилия на автоматизации чтения рукописных алфавитных текстов и тоже в 1976 г. сумела создать опытный образец машины. В 1978 г. она уже вышла с этой техникой на рынок, предложив ЭВМ, считывающую 400 знаков в секунду с точностью 99%. При этом машина включала в себя систему постоянного «самообучения»: возможность вводить в ее «словарь» деформированные знаки, приспосабливать его к индивидуальным особенностям почерка. Эти знаки запоминались и обрабатывались впоследствии наряду с «нормальными».

В общем, в ходе работ над проектом PIPS проблема обработки письменной информации была успешно решена. Созданы были даже в какой-то мере экзотические варианты

таких систем. Например, фирма «Toshiba» разработала ЭВМ, которая считывает японский текст, написанный иероглифами и алфавитными знаками (как правило, японцы пользуются теми и другими одновременно, изображая одни слова иероглифами, а другие, особенно заимствованные из западных языков, – буквами), и преобразует его в текст для слепых, который печатается специальной пишущей машинкой. А «Fu-jitsu» выпускает ЭВМ, специализированную на обработке рукописных анкет, заполняемых при различных статистических обследованиях, в частности при переписях населения.

На основе разработанных в ходе проекта PIPS устройств был создан и ряд сложных систем, автоматизирующих не только чтение и воспроизводство текстов, но и их смысловую обработку. Примером может служить система накопления, автоматического поиска и выдачи патентной информации. Система позволяет ввести в ЭВМ печатные или рукописные тексты патентов, переработать их в алфавитную форму, рассортировать с помощью ключевых слов и заложить в банк данных вместе с необходимыми чертежами и схемами. По письменному запросу машина подбирает требуемые патенты и выдает на дисплей или печатающее устройство их текстовое и графическое содержания. Здесь уже используются не только блоки обработки текстов, но и устройства распознавания и обработки произвольных черно-белых изображений. И в этой области, а также в области обработки цветных изображений проект PIPS дал положительные результаты. На их основе была создана, например, автоматическая система опознавания, накопления, хранения и выдачи черно-белых и цветных фотографий, получаемых с искусственных спутников Земли. Другим примером является система автоматического анализа рентгеновских изображений и поиска на них заранее заданных по форме и размерам объектов. Такую систему фирма «Toshiba» выпустила в продажу для оснащения устройств контроля багажа в современных аэропортах. Распознавание и анализ цветных изображений находят эффективное использование в медицинской аппаратуре. В частности, фирма «Mitsubishi electric» разработала машину для измерений диаметров кровеносных сосудов человека и поиска образований типа тромбов в артериях и венах.

Успешно были решены и некоторые задачи идентификаций и моделирования трехмерных объектов. Наилучших результатов добилась фирма «Hitachi», сосредоточившая свои усилия на обработке информации о двух типах изделий – в форме куба или квадратного параллелепипеда. Хотя сами по себе такие формы с прямолинейными гранями в идеализированных условиях опознаются сравнительно просто, в реальных ситуациях, при их произвольном расположении в пространстве и разных размерах автоматически выделить конкретный объект, отличить его от фона довольно сложно.

За 1973–1976 гг. «Hitachi» удалось создать образец, способный опознать и локализовать объекты-кубики в поле зрения видеокамеры (256×256 точек) с высокой скоростью, по 0,002 сек. на объект. И вскоре фирма вышла на рынок с гаммой автоматических систем для складского хозяйства, где широко используются всяческие коробки, ящики, сосуды в виде кубиков разных размеров.

Что касается последнего из видов образной информации, являвшейся объектом исследований в проекте PIPS, – звуковой речью, то результаты в этой области аналогичны итогам работы с трехмерными объектами – универсального, полного решения добиться не удалось, но некоторые частные, ограниченные задачи были разрешены вполне успешно.

Фирма NEC создала машину, распознающую ограниченный набор слов по одной определенной теме, причем для любого (в разумных пределах) произношения – женского, мужского, с местным акцентом и т.п. Изготовленный в 1971 г. образец мог опознать 100 отдельно произносимых слов. При испытаниях слова произносились сорока различными голосами, мужскими и женскими, в общей сложности 5 тыс. раз. Машина распознала их с точностью 99,1%. Следующая модификация, изготовленная в 1980 г., могла опознать уже 200 слов с той же точностью. Одно из первых конкретных применений было реализовано в службе заказа билетов государственных железных дорог. Заказы поступали по телефону, машина принимала их, анализировала возможность удовлетворения и давала ответ на японском языке.

Как видим, в рамках проекта PIPS удалось существенно продвинуться по всем основным из намеченных планом направлений. Дополнительно следует учесть успехи в создании

новых электронных компонентов, своевременно подхваченные и развитые проекты VLSI. Кроме того, практически все блоки, использующиеся для обработки образной информации после ее опознания, были в значительной степени универсальными и могли найти применение во множестве других вычислительных систем. То же самое можно сказать и об устройствах быстродействующей связи, общего контроля и управления, о периферийной аппаратуре. Наконец, никак нельзя сбрасывать со счетов тот исследовательский задел, который был создан в ходе выполнения проекта PIPS, но по разным причинам не нашел конкретной реализации и переключался в последующие научно-исследовательские программы.

3.1.5. Рамочные программы Европейского союза

Европейский союз (ЕС) – один из важных источников финансирования европейской науки. Европейские сообщества, предшествовавшие ЕС, выделяли финансовые средства на поддержку ИР с момента своего возникновения. Если США начали с попыток путем реформ разного масштаба приспособить уже существовавшую инфраструктуру, апробированную временем, то Европейское экономическое сообщество (ЕЭС) строило юридическую и организационную основу союзной государственной научно-технической политики (ГНТП) почти с нуля. Предыдущие соглашения предусматривали совместную исследовательскую деятельность только в четырех областях: уголь и сталь (договор 1951 г.), сельское хозяйство (Римский договор 1957 г.) и атомная энергия (Евроатом). Что же касается инфраструктуры, предусматривающей ГНТП в целом, она была создана только в середине 80-х годов, хотя беспокойство по поводу технического уровня европейской промышленности проявлялось и раньше, по сути дела, с первых шагов этих организаций. Но в 40-х и 50-х годах вопрос стоял иначе. Тогда не было радикально новых технологий, которые позднее посыпались, как из рога изобилия, – пластики и полимеры, транзисторы, компьютеры, антибиотики и т.д. и т.п. Кооперация в области ИР между отдельными странами Западной Европы, но вне рамок ЕЭС, практиковалась довольно широко (ЦЕРН, ЕНФ, «Аэробус», «Арианаспейс» и т.п.). Единой же европейской ГНТП не было. Фактически

были лишь отдельные попытки (часто успешные) превзойти конкурентов из Японии и США на том или ином участке мирового рынка, в конкретном виде изделий.

И только в 1981 г. был сделан первый серьезный шаг – после «круглого стола», собравшего представителей 12 ведущих электронных компаний, начали появляться западноевропейские программы совместных ИР. Первой из них была ESPRIT, организованная в 1983 г. Она предусматривала поддержку доконкурентных ИР в области информационных технологий. Эта программа послужила моделью для ряда последующих программ – RACE (коммуникации) и BRITE (промышленные технологии), программы в области медицины и биотехнологии. Эти совместные западноевропейские программы имели ряд характерных моментов. Во-первых, исследования должны были проводиться в сотрудничестве с фирмами, университетами и другими научными учреждениями Западной Европы; во-вторых, исследования должны были носить доконкурентный характер; в-третьих, финансирование ИР ЕЭС осуществлялось совместно с промышленностью (обычно 50%); в-четвертых, заявки на финансирование анализируются независимыми экспертами; и в-пятых, ЕЭС после консультаций с участниками определяет приоритетные направления ИР.

Однако перечисленные программы не были скоординированы между собой – организационных форм для такой координации еще не существовало. Они были найдены несколько позже (в 1984 г.) в виде так называемых «рамочных программ».

Все эти шаги в конечном счете были юридически закреплены в Едином европейском акте (Single European Act), ратифицированном в 1987 г., который убрал (предусматривалось сделать это в течение пяти лет) барьеры между странами-членами для передвижения товаров, услуг, капиталов и людей. Одной из основных целей Акта было создание юридической основы активной роли ЕЭС в научно-технической политике. Эту «новую» роль Сообщества еще раз подтвердил Маастрихтский договор, ратифицированный в 1993 г. и создавший Европейский союз (ЕС). «Целью ГНТП Европейского союза было объявлено усиление европейских позиций в области науки и техники и повышение конкурентоспособности европейской индустрии на мировом рынке» (7, с. 103).

Результатом стало принятие семи 5-летних рамочных программ (Framework programm – FWR): FWR-1 (1984–1987); FWR-2 (1987–1990); FWR-3 (1990–1994); FWR-4 (1995–1998); FWR-5 (1999–2002); FWR-6 (2002–2006). В настоящее время реализуется Седьмая рамочная программа (2006–2012). Программы являются 5-летними, но строятся таким образом, что последний год предыдущей программы перекрывает первый год последующей. Поэтому 2006 год является первым годом Седьмой рамочной программы.

ЕС сегодня объединяет 25 стран Европы. Совокупный продукт этих стран составляет 32% мирового (США – 25%). Население стран Союза насчитывает 455 млн. человек.

Бюджет ЕС складывается из двух источников – «собственных» средств и взносов стран – членов Союза. «Собственные» средства – это доходы от налогов на импорт сельскохозяйственных товаров, таможенные пошлины на прочий импорт и часть налога на добавленную стоимость. Это такие виды налогов, которые не входят в системы налогообложения стран, входящих в Союз. К примеру, груз, пересекающий границу ЕС, допустим в Валетте, где с него берут таможенные сборы и налог на импорт, благодаря Общему рынку может иметь своим назначением Брно или еще какой-либо город, далекий от острова Мальта. Страна, через таможню которой поступает импорт, выполняет только роль сборщика – агента ЕС, ее услуги оплачиваются частью сбора, но основные деньги поступают в бюджет ЕС. Что касается взносов членов Союза, то они определяются как процент от ВВП платящей их страны, т.е. в соответствии с ее возможностями. Годовой бюджет ЕС в целом меньше, чем 2,5% суммы ежегодных расходов его членов.

Львиную долю расходов бюджета – порядка 50% – Союз тратит на поддержку сельского хозяйства и модернизацию инфраструктуры сельских регионов. Далее следуют структурные фонды (включая Фонд регионального развития и Социальный фонд), которые получают почти 30% бюджета. На третьем-четвертом местах находятся расходы на помощь странам «третьего мира» и на образование и науку. На эти статьи Союз выделяет примерно по 3,5% бюджета.

Первые пять рамочных исследовательских программ ЕС строились по принципу, который их авторы считают «вертикальным», т.е. по ряду тем, разделенных на подтемы.

Шестая и седьмая (рассчитанная на 7 лет) программы отличаются тем, что кроме «вертикальной» тематики ИР в них большое место занимает «горизонтальная», направленная на координацию и консолидацию научно-технического потенциала Европы в целом, на структурирование «Европейского исследовательского пространства» (European research area – ERA). Ф. Баскин (Basquin), которого считают основным архитектором этого пространства, формулирует цель его создания следующим образом: «Развитие на европейском уровне пространства для когерентной и скоординированной научной деятельности и политики, пространства, в пределах которого исследователи и знания перемещаются совершенно свободно, вдохновит проявление наилучших качеств европейской науки по трем причинам. Во-первых, оно даст возможность создать “критическую массу” талантов, связав в единую сеть имеющиеся возможности стран – членов Союза, в частности благодаря интенсивному использованию информационных и телекоммуникационных технологий. Во-вторых, оно освободит ученых и исследовательские группы от протекционистских национальных барьеров, тем самым создав конкуренцию и, следовательно, повысив общий уровень качества ИР. В-третьих, оно привлечет в Европу лучших специалистов из остальных стран мира, точно так же, как сегодня их привлекают университеты США» (8, с. 1).

Шестая рамочная программа является в этом отношении существенным шагом вперед, и проблеме формирования ERA в ней уделено большое внимание в соответствии с решениями Союза и Европейского парламента, принятыми в середине 2002 г. Эту программу, как последнюю из завершенных, мы и рассмотрим подробно в качестве примера.

Программа в целом делится на шесть разделов. Первый из них, самый крупный, – тематический. В нем перечисляются исследовательские направления, которым должны соответствовать проекты ИР, подаваемые на конкурс для получения от ЕС финансирования. В разделе приведены следующие направления.

1. Наука о жизни, геномика и биотехнология в целях охраны здоровья. Имеется в виду использовать достижения в расшифровке геномов живых организмов для медицинских целей и для повышения конкурентоспособности европейской биотехнологической промышленности. Кроме того, ставится

инновационная задача – найти фундаментальным знаниям в данной области практические приложения, чтобы обеспечить реальный прогресс медицины на европейском уровне и повышение качества жизни.

2. Технологии информационного общества. Цель – стимулировать развитие в Европе аппаратного и программного обеспечения информационных технологий и их применений как главного условия строительства информационного общества, повышения конкурентоспособности европейской промышленности, обеспечение гражданам Европы возможности полного использования преимуществ строительства общества, основанного на знании.

3. Нанотехнологии и нанонауки (nano-science), многофункциональные материалы, новые производственные процессы и устройства. Задача этого направления – помочь Европе накопить критическую массу знаний, необходимых для создания и эксплуатации технологий, которые позволят выпускать новейшую наукоемкую продукцию, оказывать услуги и использовать производственные процессы будущего, особенно выгодные с точки зрения сохранения окружающей среды и снижения количества вредных отходов, наносящих этой среде ущерб.

4. Аэронавтика и космос. Цель – усилить благодаря интеграции исследований научную и технологическую базу европейской авиационной и космической промышленности, поднять ее конкурентоспособность на международной арене, содействовать использованию научного потенциала Европы в этом секторе (учитывая обеспечение безопасности окружающей среды).

5. Качество и безопасность продуктов питания. Цель – усилить научную и технологическую базу, необходимую Европе для создания дружелюбной окружающей среде системы производства и распространения более безопасных и разнообразных пищевых продуктов. Обеспечить, опираясь на достижения биотехнологии и геномики, контроль рисков, связанных с продуктами, а также рисков для здоровья, связанных с изменениями окружающей среды.

6. Стабильное развитие, глобальные перемены и экосистемы. Задача этого направления – усиление научно-технического потенциала, который позволил бы Европе обеспечить стабильный рост, интегрировать экологические, экономические

аспекты развития, особо выделяя проблемы возобновляемых источников энергии, транспорта и рационального использования земных и морских ресурсов Европейского континента.

7. Проблемы взаимодействия граждан и управляющих структур в обществе, основанном на знании. Задача – мобилизовать научный потенциал Европы в области экономических, политических, социальных и гуманитарных наук во всем их многообразии для когерентного взаимодействия в обеспечении понимания широкими слоями населения процессов, обусловленных становлением основанного на знаниях общества и новых форм взаимоотношений между его гражданами, с одной стороны, и органами управления обществом – с другой.

Все семь перечисленных направлений относятся к группе называемых «вертикальными», в основном ограниченных рамками одной или близких дисциплин.

Вторая группа тематических направлений ИР, включенных в программу и образующих самостоятельный (второй) раздел, являются междисциплинарными в том смысле, что они концентрируются на исследовании условий интенсивного функционирования науки в целом и тем самым затрагивают интересы всех «вертикальных» направлений. В программе насчитывалось пять тем такого рода.

1. Научное и технологическое обеспечение и поддержка политической деятельности и политических решений Сообщества. Исследования должны определить оптимальные формы указанного обеспечения на всех этапах подготовки и проведения в жизнь принятых Сообществом политических решений, учитывая интересы не только сегодняшних, но и будущих его стран-членов, а также ассоциированных членов. Исследования, относящиеся к этому направлению, могут включать в себя социологические опросы, тематические обследования, другие способы измерения общественного мнения.

2. Новые и зарождающиеся направления науки и технологии. Цель – найти методы гибкого и быстрого реагирования на появление на переднем крае науки новых, ранее не предвиденных точек роста, проблем и возможностей, определения их нужд и способов их поддержки. Особого внимания заслуживают междисциплинарные и междисциплинарные области ИР.

3. Специфические возможности и нужды малых и средних предприятий. Задача в данном случае состоит в том, что-

бы помочь малым и средним предприятиям, действующим как в традиционных, так и в новых областях, повысить их технологические возможности и обрести способность оперировать на европейском и международном уровнях (учитывая особую роль таких предприятий в поддержке конкурентоспособности Европы и развитии инноваций).

4. Международные кооперационные связи. Цель – научная поддержка внешних сношений Союза, разработка мер поощрения и стимуляции интернациональной научной кооперации, причем в работах по семи тематическим направлениям первой группы могут принимать участие и страны, которые в Союз не входят.

5. В качестве особого направления были выделены работы Объединенного исследовательского центра ЕС (Joint Research Center – JRC). Созданный в 1957 г. (одновременно с Сообществом), этот Центр является его неотъемлемой частью. Его главная функция – научное и информационное обслуживание как центральных органов организации, так и правительств стран-участниц. Трехлетняя программа JRC разбита на четыре раздела: 1) пищевые продукты, химическая продукция и здравоохранение (бюджет – 212 млн. евро); 2) окружающая среда и стабильность (бюджет – 286 млн. евро); 3) атомная энергетика (бюджет – 290 млн. евро, включая 16 млн. на вывод из эксплуатации устаревшего оборудования); 4) «горизонтальная» деятельность (бюджет – 262 млн. евро). Центр финансируется Европейским парламентом и значительным числом стран-членов. Его работа затрагивала все стороны и составные части Шестой рамочной программы. Много внимания он уделяет вопросам обучения научного персонала, сравнительному анализу состояния и уровня развития стран – членов Сообщества. Центр предоставляет ученым Европы свои лаборатории и оборудование.

Работы по атомной энергетике, на которые тратится немногим больше четверти средств, имеющихся в распоряжении Центра, касаются главным образом вопросов техники безопасности на атомных объектах и безопасности самих этих объектов. Экспериментальной базой является реактор в г. Петтен (Petten) в Нидерландах. Другие (не связанные с атомной) области работы JRC, занимающие 3/4 его бюджета и быстро растущие в объеме, концентрируются вокруг наиболее важных проблем политики ЕС, в первую очередь про-

блем здоровья и безопасности граждан, стабильного развития и конкурентоспособности европейской промышленности. Кроме того, огромное внимание центр уделяет вопросам координации исследований в рамках очередной программы, интеграции и сетевой связи проектов, совместных исследований на основе разделения затрат и прочих форм кооперации.

Два следующих (после тематических) раздела Рамочной программы (в самой программе все они обозначаются как «области деятельности» – Activity areas) относились к работам по созданию Европейского исследовательского пространства (European Research Area – ERA). Первый раздел носил название «Укрепление фундамента ERA» и содержал два подраздела – «Координация исследовательских работ» и «Разработка научной и инновационной политики». Целью работ по «укреплению фундамента» было развитие синергизма национальных исследовательских программ стран – участниц Союза, обеспечение комплементарности действий ЕС в области исследовательских работ и действий других кооперативных организаций и программ Западной Европы во всех областях науки – здравоохранении, биотехнологии, экологии, энергетике и т.д. Аналогичны задачи и в плане разработки научно-технической политики. В перспективе необходимо было добиться когерентности национальных действий путем ранней идентификации наиболее острых проблем, зон общих интересов и распространения соответствующей информации среди организаций и персоналий, формирующих научную политику той или иной страны.

В подразделе «Координация исследовательских работ» предусматривается создание сети национальных и региональных работ «ERA-NET» (бюджет темы – 148 млн. евро) и интегрированной информационной системы, охватывающей национальные и региональные исследовательские программы.

Второй раздел работ по развитию идеи Европейского исследовательского пространства имеет название «Структуризация ERA». Главная задача работ по этой тематике – преодоление структурных слабостей европейских ИР, независимо от отрасли науки, в которой эти исследования проводятся. Здесь предусматривались меры по ускорению процесса реализации результатов исследований в технических и технологических инновациях; разработка экспериментальных проектов, апробирующих новые формы такой реализации; предусмат-

ривались поддержка предприятий наукоемкого профиля, координация действий с Европейским инвестиционным банком и структурными фондами. И наконец, в этот же подраздел был внесен пункт о контроле и оценке деятельности Инновационного директората программы.

Кроме того, предусматривались еще три темы. Первая касалась вопросов повышения квалификации и переквалификации кадров, стажировки ученых, проведения научных конференций высокого уровня, награждения и премирования участников программы. Тема получила название «Акция Марии Кюри». Вторая тема связана с использованием и совершенствованием европейской научной инфраструктуры. В основном речь шла о крупных исследовательских установках «большой науки» – ускорителях элементарных частиц, телескопах и т.п., использование которых зачастую ограничено и ограждено национальными рамками. Предусматривалась определенная степень их интернационализации, в том числе путем организации широкополосной скоростной электронной связи. Разрабатывались также проекты новых аналогичных установок.

Третья тема данного подраздела была обозначена как «Наука и общество». Здесь должны исследоваться проблемы управления наукой, научной экспертизы и консультирования, этических сторон исследовательской работы, определялись степень знакомства широких слоев населения с вопросами науки и техники, а также проблемы молодых ученых и женщин в науке.

Последний, несколько обособленный, из основных разделов программы – это ядерная энергетика. В нем предусматривалось четыре подраздела: контролируемый термоядерный синтез, переработка и хранение радиоактивных отходов, защита от радиации, прочие проблемы ядерной технологии и ядерной безопасности.

Кто мог участвовать в программе? Исследовательские группы в университетах или исследовательских институтах; фирмы, собирающиеся разрабатывать и/или внедрять инновации; малые и средние предприятия; группы или ассоциации малых и средних предприятий; административные органы управления; студенты последних курсов вузов; молодые ученые, окончившие основной курс вуза; ученые с мировым именем; организации, представляющие исследовательские

установки международного (европейского) значения; организации и ученые третьих стран; возможно также участие прочих организаций и лиц, если их предложения получали позитивную оценку и проходили отбор проектов. На выполнение проекта заключался контракт, типовая модель которого входила в состав программы.

Администрация программы постоянно осуществляла мониторинг хода выполнения финансируемых проектов, оценивая состояние работ по несколько раз в год. Кроме того, она проводила (выборочно) аудиты исполнения контрактов. Аудит мог быть проведен в любое время в ходе работы, а также в течение пяти лет после ее завершения. В качестве аудиторов могут выступать как работники аппарата программы, так и внешние организации. Проверялись научные, финансовые и прочие аспекты проекта. Теми же правами проведения аудиторской проверки обладает по отношению к исполнителям проектов Европейский суд аудиторов (The European Court of Auditors).

Наконец, в заключение для завершения полной характеристики шестой программы приведем ее подробный бюджет на все время действия.

Таблица 2

Бюджет Шестой рамочной программы ЕС

	Млн. евро
1	2
Всего на исследовательскую тематику, включая выставки (I–III разделы)	14682
I. Вертикальные исследовательские темы	12438
1. Науки о жизни, геномика и биотехнология в целях охраны здоровья	2514
1.1. Новейшая геномика и ее использование в здравоохранении	1209
1.2. Борьба с наиболее распространенными болезнями	1305
2. Информационные технологии	3984
3. Нанотехнологии и нанонауки, многофункциональные материалы; новые производственные процессы и устройства	1429
4. Аэронавтика и космос	1182
5. Качество и безопасность пищевых продуктов	753
6. Стабильное развитие, глобальные изменения и экосистемы	2329
6.1. Стабильные энергосистемы	890
6.2. Стабильный наземный транспорт	670
6.3. Глобальные изменения и экосистемы	769

Продолжение табл. 2

1	2
7. Граждане и органы управления в основанном на знании обществе	247
II. Горизонтальные исследовательские темы	1409
1. Научное обеспечение политических решений, анализ нужд науки и технологии	590
2. Горизонтальные проекты, касающиеся малых и средних предприятий	473
3. Меры по поддержке международной кооперации	346
III. Неядерные программы JRC	835
IV. Структуризация ERA	2854
1. Исследования и инновации	319
2. Людские ресурсы	1732
3. Исследовательская инфраструктура	715
4. Наука и общество	88
V. Укрепление фундамента ERA	347
1. Координация работ	292
2. Поддержка когерентности научных политик стран ЕС	55
ВСЕГО:	17883
VI. Рамочная программа Евроатома	890
1.1. Контролируемый термоядерный синтез	750
1.2. Переработка и хранение радиоактивных отходов	90
1.3. Защита от радиации	50
2. Другие проекты в области ядерных технологий и ядерной безопасности	50
3. Ядерные проекты JRC	290
ВСЕГО, включая Евроатом	18773

Если вспомнить классификацию НИП по принципу организации работ и управления, то программы ЕС придется отнести к первому классу, где взаимосвязи непосредственных исполнителей ограничены информационными контрактами. Правда, следует отметить, что при отборе проектов, которым предоставляется финансирование, предпочтение отдается коллективным, в которых участвуют несколько организаций из одной или (предпочтительно) из двух и более европейских стран. Кроме того, не следует забывать, что в Европе есть исследовательские организации международного масштаба, в которых многие европейские страны принимают участие (CFRN, Европейское космическое агентство, исследовательские службы концерна «Airbus Industrie» и др.).

Подчеркнем, что НИП – далеко не единственная форма кооперации разных секторов науки и консолидации нацио-

нальных научно-технических потенциалов. Есть целый ряд других, менее масштабных форм, практикуемых в рамках парадигмы современного научно-технического развития. Лидирующей в этой области страной мира являются Соединенные Штаты. Как мы уже упоминали, характеризуя периоды становления государственной научно-технической политики, с конца 80-х годов прошлого века в США пристальное внимание уделяется передаче технологий из государственного сектора в частный на основе так называемых CRADA's (Cooperative research and development agreements – Соглашения о кооперации в области исследований и разработок). Федеральные министерства имеют около 3 тыс. (9, с. 4–60) таких соглашений ежегодно (каждый год часть из них заканчивается, но заключаются новые, так что общее число более или менее постоянно). Больше всех CRADA – у Министерства обороны (порядка 1500) и Министерства энергетики (660). Кроме того, Национальный научный фонд и Министерство торговли (о нем тоже говорилось выше) осуществляют ряд программ организации кооперативных исследовательских центров, объединяющих университеты и промышленные службы ИР или университеты, промышленность и власти штатов, либо просто консультирующих предприятия малого и среднего бизнеса, помогающих им осваивать новейшие технологии и оборудование. Для масштабной кооперации такого рода в стране должен быть мощный в научном плане государственный сектор и многочисленный малый и средний наукоемкий бизнес. Именно наукоемкий, а не вообще малый и средний. В США государство тщательно «выращивает» такие предприятия. По закону все американские правительственные ведомства, имеющие бюджет ИР, превышающий 100 млн. долл., должны тратить не менее 2,5% этого бюджета на заказы малым и средним фирмам. В 2005 г. таким образом 11 ведомств потратили 118,8 млрд. долл., профинансировав 89 тыс. проектов малых и средних фирм (9, с. 4–61). Эти суммы проходят по программе SBIR (Small business innovative research – Инновационные ИР малого бизнеса; к этой категории в США относят предприятия, где работают до 500 человек). По другой программе, которую курирует Национальный институт стандартов, малый бизнес получил еще 1,04 млрд. долл. Финансировались 5 тыс. проектов. Деньги опять-таки поступали от ведомств с большим бюджетом ИР. На эту программу они

обязаны расходовать 0,5% бюджета (9, с. 4–61). Всего, таким образом, на заказы малым фирмам эти ведомства отчисляют 3% своих расходов на ИР.

Развитие малого и среднего инновационного бизнеса резко изменило традиционные структурные параметры американского хозяйства. В 70-е годы XX в. 500 крупнейших предприятий обеспечивали 20% ВВП страны, а к 2004 г. – не более 10%. Уже во второй половине 90-х годов на фирмы с числом работающих менее 19 человек приходилась половина экспорта США, а на корпорации с 500 и более работников – только 7%. Около 65% работников интеллектуальной сферы были заняты в мелких структурах.

В других странах тоже, следуя примеру США и собственным представлениям о роли малого бизнеса в экономике и инновационных процессах, правительства (центральные и региональные) всячески содействуют его процветанию, используя налоговые льготы, кредиты и гарантии кредитов, организацию научных и технологических парков, зон свободной торговли и т.п. Консолидация национального научно-технического потенциала является одним из императивов парадигмы современного научно-технического развития.

3.2. О глобализации науки и производства

Процессы глобализации в последние 15–20 лет привлекают чрезвычайно пристальное внимание обществоведов, СМИ, политиков и общественных организаций. Убедительным доказательством этого внимания является очень большое количество научных статей и книг, ежегодно публикуемых по данной проблеме в указанный период, не говоря уже о газетных материалах, радио и телевизионных передачах. Например, в 1998 г. в мире было напечатано 2822 научные статьи и 589 новых книг о глобализации (10). При этом, как отмечается на сайте «Globalisation Guide», автор каждой статьи и книги дает собственное определение предмета. Множество статей посвящены именно этой проблеме – какое определение следует давать рассматриваемому термину (11; 12 и др.). И в большинстве случаев перечисляется несколько вариантов подходов, подчеркивающих какую-нибудь одну из сторон рассматриваемого сложного, комплексного явления

или увязывающих его с теми или другими политическими событиями. Так, С. Райх (S. Reich) (11) предлагает четыре варианта (не отдавая предпочтения ни одному из них): исторический (глобализация – некоторая занимающая определенный исторический период времени эпоха), экономический, социологический и технологический. А С. Кобрин (S. Kobrin) ограничивается тремя: глобализация как результат совпадения ряда политических и экономических событий; глобализация, которая инициируется политическими сдвигами; глобализация как результат структурных перемен в технологии, транспорте, коммуникациях (там же). Но какие бы варианты определений и подходов тот или иной автор ни предлагал, когда он излагает существо процесса, то говорит примерно то же, что и остальные.

Глобализация – явление многогранное, комплексное, и, на наш взгляд, расчленять его и пытаться установить некую иерархию составляющих не имеет смысла; разумнее рассматривать всю совокупность в ее многообразии, поскольку эти составляющие взаимосвязаны и переплетены, демонстрируют синергизм, определяющий конечный результат. Оценки могут быть разными, есть сторонники глобализации, оценивающие ее позитивно как очередной крупный шаг на пути технологического и социального прогресса, есть и ее яростные противники, видящие лишь негативные стороны процесса, но фактологическая объективная канва от этого не меняется, и основными ее «узлами» являются следующие положения.

1. Главное содержание процесса глобализации – тенденция к экономическому, политическому, социальному и культурному сближению национальных государств мира, росту их взаимосвязей и взаимозависимости, взаимного влияния, которые в конечном счете в весьма отдаленном будущем, возможно, приведут (сколь бы утопично это ни звучало сегодня) к формированию единого общества землян.

2. Глобализация – процесс длительный, и темп его неравномерен, есть периоды ускорения и периоды остановки, даже регрессии, но в конечном счете движение это неодолимо и происходит с заметным даже на протяжении жизни одного поколения ускорением.

3. Большинство исследователей увязывают историю процесса глобализации с историей капитализма и видят первые шаги к глобальному миру в далеком прошлом, когда Ис-

пания, Португалия, Великобритания создавали свои торговые колониальные империи. Открытие Америки, первое «глобальное» плавание экспедиции Магеллана, завоевания некоторых прибрежных индийских территорий англичанами, португальцами, французами, голландцами – все это уводит нас на рубеж XV–XVI вв. Конечно, в плане глобализации то были лишь первые ласточки, которые погоды не делали, но при желании в качестве начальной точки отсчета их можно использовать.

4. Первая волна глобализации датируется примерно полувеком, предшествовавшим Первой мировой войне. Многие считают время с 1870 по 1914 г. «золотым веком» международной экономической интеграции (12, с. 3). Объем мировой торговли в этот период ежегодно возрастал на 3,4% (13), экспорт с 1880 по 1913 г. увеличился втрое. К 1913 г. он составлял 15% ВВП в Великобритании, 12 – в Германии, 15 – в Голландии, 18 – в Бельгии и 6% – во Франции (14, с. 30). Росли портфельные инвестиции европейских стран в заокеанские земли. Уже в конце XIX в. в Германии и во Франции они составляли около 20% общего объема сбережений, а в Соединенном Королевстве были равны 53% национальной «копилки» (там же, с. 209). В конце XIX и начале XX в. происходила массовая миграция населения. Европу с 1871 по 1915 г. покинули 36 млн. человек (12, с. 3). Авторы (14, с. 2) отмечают, что «к 1914 г. в мире вряд ли можно было найти деревню или город, где бы цены на товары не испытывали влияния отдаленных зарубежных рынков, где инфраструктура не финансировалась бы иностранным капиталом; производственные, инженерные и даже бизнес-навыки не импортировались из-за границы и где рынки труда не знали потерь от эмиграции и присутствия чужаков, иммигрировавших в страну». Чем не описание процесса глобализации? Правда, сам этот термин появился лишь в 60-е годы XX в.

В 1914 г. грянула Первая мировая война, и не успела экономика воевавших стран (фактически все развитые государства в эту войну были втянуты) восстановиться, как разразился мировой кризис 1929 г. и последовавшая за ним депрессия. Глобализация застыла, «национальные государства вернулись в свои раковины, ощутив способность мирового рынка ввергнуть их в омут нищеты и безработицы» (15, с. 2).

5. Вторая волна глобализации началась, по мнению большинства обществоведов, в середине 70-х годов прошлого столетия, через 100 лет после первой, и продолжается в наши дни. Локомотивами этого процесса, как и раньше, выступают транснациональные корпорации (ТНК). На 2006 г. в мире насчитывалось 78 тыс. ТНК и 780 тыс. их филиалов, разбросанных по разным странам. Объем сбыта производимых ТНК товаров достигает 25 трлн. долл., что в 1,75 раза превышает объемы мирового экспорта (12, с. 5). Стержневым процессом, характерным для второй волны, является не рост объемов мировой торговли, хотя он тоже интенсивно меняется (в 1982 г. – 19% ВВП, в 2004 г. – 24% ВВП), а прямые иностранные инвестиции, перенос производственных мощностей в страны с дешевой рабочей силой или сырьевыми ресурсами, превращение ТНК в гибкую распределенную структуру, отдельные звенья которой обладают значительной степенью самостоятельности. Технической базой, позволяющей выполнить такого рода перестройку, являются современные мощные и прогрессирующие небывалыми в истории техники темпами информационные и коммуникационные технологии.

Современная технология объективно глобальна. Например, разработка, производство и внедрение на рынок нового лекарственного препарата стоит более 800 млн. долл. (18). Одна из основных фармацевтических фирм мира, «Pfizer», в 2006 г. потратила на ИР 8 млрд. долл. (19). Такого масштаба затраты (а они характерны не только для фармацевтики, но и для аэрокосмической промышленности, телекоммуникационной, для производства информационной техники) невозможно окупить даже на самом большом из существующих национальных рынков, нужен рынок мировой. Кроме того, ИР сегодня в значительной мере интернационализированы, создание нового изделия требует участия ученых и инженеров из разных регионов, работы ведутся в разных часовых поясах, практически круглые сутки. Далее, если попытаться сосредоточить все производство, например компьютеров Ноутбук, в одной стране, то их стоимость многократно возрастет. Другой пример – производство самолета Боинг–787 «Dreamliner». Сама корпорация «Боинг» превносит лишь 10% добавочной стоимости изделия, остальное обеспечивают 40 ее партнеров в разных странах мира, включая Россию. «Несмотря на сложнейшие проблемы, с которыми фирма “Боинг”

сталкивается при руководстве комплексной, географически распределенной производственной сетью, у нее нет других путей. Ни технологически (у “Боинга”, к примеру, нет углеродных композитных материалов), ни финансово в одиночку фирма производить такой самолет не в состоянии» (12, с. 15).

Все эти аспекты глобализации – технологические, экономические, политические, культурные – подробно исследованы в тех бесчисленных статьях и книгах, о которых мы упоминали в начале подраздела. Для нашего исследования, ограниченного характеристикой ПНТР, их подробное рассмотрение неуместно. Мы отметим лишь три непосредственно касающихся нашей проблемы момента: новая география мирового научно-технического потенциала, появление новых крупных «игроков» на мировой арене, их роль и перспективы влияния перемен на мировое научное сообщество.

3.2.1. Пробуждение азиатских гигантов

В эволюции географических характеристик промышленного и научно-технического потенциала современного мира можно, на наш взгляд, выделить три этапа. Первый связан с «японским экономическим чудом», когда совершенно разрушенная Второй мировой войной Япония с помощью и под «опекой» США буквально возродилась из пепла и за полтора-два десятилетия не только вошла в лидирующую группу мировых держав, но и заняла в ней по экономическим показателям второе после Соединенных Штатов место. Вторым этапом является выход на мировую арену «новых тигров», когда примеру Японии, пусть не столь объемно и ярко, но все же очень основательно последовали Южная Корея, Малайзия, Сингапур, Гонконг, Индонезия и Таиланд. Страны разные по территории, численности населения и прочим основным показателям. В разной степени они преуспели в модернизации своих экономик, однако все смогли провести индустриализацию, овладеть (в основном за счет закупки лицензий и иностранных вложений в строительство современных предприятий) новыми технологиями, выйти из экономической отсталости и занять еще не передовые, но вполне достойные позиции на мировой арене. Наконец, в последнее десятилетие прошлого века решительно и масштабно заявили о себе азиатские ги-

ганты – Китай и Индия. Их явление в мировой экономике, науке и технологии знаменует третий этап перестройки географии научно-технического и производственного потенциалов современного мира.

Индия и Китай – самые населенные в мире страны. В Китае проживают 20,4% жителей нашей планеты, а в Индии – 17%.

Оба государства относятся к числу самых древних мировых цивилизаций, насчитывающих три-четыре тысячелетия. В течение большей части I тысячелетия н.э. на Китай и Индию приходилось, соответственно, четверть и треть мировой экономической активности. В конце этого периода и во II тысячелетии они постепенно теряли свои позиции, отставая от Японии и Западной Европы, а за последние 250 лет быстро вошли в число второстепенных экономически отсталых от Западной Европы, США и Японии стран. Причиной тому послужил тот факт, что Китай и Индия «проспали» промышленную революцию.

В середине XX в. они пережили радикальную смену политико-экономической ситуации. Индия в 1947 г. добилась независимости от Англии, а в Китае в 1949 г. победила коммунистическая революция под предводительством Мао Цзэдуна. После этого обе страны пошли по пути, пройденному Россией, – промышленные пятилетки, государственный контроль экономики, стремление к автаркии в торговой политике. В 70-х годах Китай начал серию реформ, наращивая их темп в 80-е и 90-е годы, открывая свою экономику миру, создавая многочисленные «свободные экономические зоны». В 2001 г. он присоединился к ВТО, его движение в сторону рыночной экономики, признания частной собственности и интеграции в мировую торговую систему получило дополнительный мощный импульс.

Индия начала высвобождение частного сектора от государственной узды в конце 80-х годов, рост ее экономики ускорился, но чрезмерные заимствования на международном финансовом рынке привели к краху ее финансовой системы и кризису в 1991 г. Преодоление кризиса потребовало значительной либерализации торговли, дальнейшего ослабления контроля государства над частным сектором, допуска зарубежных инвесторов в экономику страны.

Сегодня Китай и Индия все еще относятся к категории развивающихся стран и имеют очень низкие показатели годового дохода на душу населения – 1740 долл. США в Китае и 720 долл. в Индии (2005). Однако по масштабам экономики они уже занимают, соответственно, четвертое и одиннадцатое места в мире, если считать по номинальному обменному курсу валют. Если же исходить из паритета покупательной способности, то китайская экономика займет второе место, а индийская – четвертое. Более того, их экономический потенциал растет темпами, превышающими среднемировые в 3 раза. По стандартам развитых государств в этих странах достаточно низкий процент граждан с высшим образованием, но вследствие большой численности населения они обладают «критической массой» высокообразованных граждан, ученых и инженеров, а также «критической массой» национальных расходов на исследования и разработки (ИР). В результате они имеют большой инновационный потенциал, который используется не только для внутренних потребностей, но и для выполнения ИР по заказам транснациональных корпораций. И Китай и Индия становятся все более значительными игроками на мировой арене. Однако важно отметить, что инновациями в Индии и Китае является не только то знание, которое считается новым для мира в целом, но и то знание, которое ново только для самих этих стран. В освоении опыта более развитых государств, в использовании «вторичных» инноваций кроется одна из причин их столь быстрого экономического роста, и этот фактор следует учитывать при оценке их перспектив развития.

В 80–90-е годы XX в. и в начале XXI Китай и Индия быстро осваивают современные технологии и наращивают свою долю в валовом мировом продукте, возрождаясь в качестве экономических держав планетарного значения.

«Сегодня Китай – ведущий мировой игрок на мировой торговой и инвестиционной арене. Скорость, размах и масштабы его внедрения в глобальную систему беспрецедентны в истории мировой экономики. С конца 70-х годов его ВВП растет на 8–10% в год, и Китай стал третьей страной мира по объему экспорта потребительских товаров. Он заслужил репутацию мирового производственного центра» (16, с. 3). ВВП Индии в последние три года растет на 8% ежегодно. «В значительной мере этот рост обусловлен быстрым развитием

информационных технологий (ИТ), сферы услуг, коммерции и банковского дела. Индия стала мировым центром ИТ услуг» (16, с. 3).

В табл. 3 представлены основные показатели Китая, Индии и для сравнения – показатели США.

Таблица 3

**Базовые экономические индикаторы
Китая, Индии и США**

Показатель	Китай	Индия	США
1	2	3	4
ВВП (2005, млрд. долл.)	2229	786	12,4165
ВВП на душу населения (долл.)	1740	720	43500
ВВП на душу населения (2005, по паритету покуп. способн., долл.)	6572	3486	41853
<i>Рост ВВП, % в год</i>			
1990–2000	10,6	6,0	3,5
2000–2005	9,5	6,8	2,7
2005–2006	9,9	8,5	н/д
Капиталовложения в % ВВП (ср. за 1995–2004)	36,1	24,8	19,1
Народонаселение численность (2005, млн.)	1304	1100	297
годовой прирост в %	0,9	1,7	0,6
2004–2020 (прогноз)	1,2	1,3	0,9
% населения моложе 15 лет (2004)	22,0	32,5	20,9
средняя продолжительность жизни, лет	71,4	63,5	77,4
<i>Бедность</i>			
Коэффициент Джини (2000)	0,45	0,32	0,41
% имеющих доход 1 долл. в день (2000–2001)	16,6	34,7	нет
% имеющих доход до 2 долл. в день	46,7	52,4	нет
<i>Образование</i>			
% грамотных среди тех, кто старше 15 лет (2004)	90,9	61	100
% поступающих в среднюю школу (2004)	72,5	53,5	94,8
% поступающих в вуз (2004)	19,1	11,8	82,4
среднее число лет учебы у взрослых (2000)	6,35	5,06	12,0
<i>Структура экономики, вклад в ВВП, %</i>			
сельское хозяйство	13	21	1
промышленность	46	27	22
сфера услуг	41	52	77
<i>Информационные и коммуникационные технологии</i>			
Число телефонов (включая мобильные) на 1000 населения (2004)	499,4	84,5	1222,7

Продолжение табл. 3

1	2	3	4
Число компьютеров на 1000 населения (2004)	40,9	12,1	749,2
Число пользователей Интернет на 1000 населения	72,5	32,4	630,0
<i>Окружающая среда</i>			
возобновляемые ресурсы пресной воды на душу населения (м ³ , 2004)	2170	1167	9535
годной для обработки земли на душу населения (га)	0,11	0,15	0,6

Источники: World Bank KAM 2006 и World Development Indicators 2006.

Как видно из таблицы, в 2005 г. численность населения Китая была на 30% выше, чем в Индии, средняя продолжительность жизни – на 8 лет дольше, а ВВП больше примерно в 3 раза. Важно отметить, что ВВП США в 6 раз больше ВВП Китая, хотя население – менее 1/4 населения последнего. Одна из причин, по которым китайская экономика растет быстрее индийской, – гораздо больший объем инвестиций. За последние 10 лет они составляли 36% ВВП (25% в Индии). На подушных показателях и на росте численности населения четко сказывается китайская политика «один ребенок на одну семью». Демографы полагают, что к 2040 г. население Индии станет больше, чем население Китая. Более быстрый рост населения в Индии определяет и конфигурацию его возрастного состава – основание возрастной пирамиды здесь много шире, чем в Китае или в США. Почти 1/3 жителей Индии моложе 15 лет. Однако для того чтобы реализовать это преимущество, молодежи необходимо дать образование. Китай же скоро столкнется с проблемой старения населения и роста числа иждивенцев.

С ростом экономики в обеих странах сокращается численность граждан, живущих ниже черты бедности (доход до 1 долл. в день) и на грани бедности (доход до 2 долл. в день), и одновременно усиливается расслоение общества на бедных и богатых, увеличивается разрыв между ними, о чем свидетельствует рост коэффициента Джини (25). Рост ВВП на 8% в год для Индии означает, что теоретически доход каждого жителя страны ежегодно возрастает на 200 долл. По данным журнала «Forbes», сегодня в списке самых богатых людей планеты насчитывается более двух десятков индийцев (17, с. 5).

Улучшается ситуация с грамотностью: в Китае неграмотных уже всего 9% граждан старше 15 лет, в Индии таковых еще очень много – 39%. В то же время быстро растет число поступающих в вузы, их доля в соответствующей возрастной группе населения. В Китае в 1995 г. эта доля составляла 5,3%, а в 2004 г. – уже 19,1%. В Индии те же показатели равны, соответственно, 6,6 и 11,8%. В США в вузы поступают 82,4% выпускников средних школ, это один из самых высоких показателей в мире. Но по абсолютному значению численность поступающих в вузы китайцев больше, чем американцев. При этом 40% студентов Китая изучают математику, естественные или технические науки. Средний уровень квалификации выпускников вузов Китая и Индии все еще очень низок, хороших специалистов готовят лучшие, элитные институты. Именно это привлекает иностранные компании, создающие здесь свои исследовательские филиалы. Индийские специалисты, которые традиционно свободно владеют английским языком, активно занимаются оказанием офшорных услуг через Интернет.

Структурные сдвиги в экономике за последние 25 лет особенно заметны в Китае, где доля сельского хозяйства в ВВП упала до 13%, а промышленности – выросла до 46%. В Индии перемены этого рода менее заметны: 1/5 часть ВВП обеспечивает сельское хозяйство, а вклад промышленности (27%) практически не менялся в течение 20 лет. Однако быстро растет доля сферы услуг, причем не только офшорных, но и банковских, консультативных – во многом за счет филиалов транснациональных корпораций (General Electric, IBM и др.).

Важнейшую роль в развитии двух азиатских гигантов играет освоение мирового опыта. Стратегии Китая и Индии в этом плане резко различаются. Китай включился в процесс глобализации раньше и гораздо решительнее; Индия долго сохраняла элементы автаркии, включилась в мировую экономику позже Китая и даже сегодня интегрирована в нее далеко не полностью. Основными каналами доступа к мировому массиву знаний являются: торговля; прямые иностранные инвестиции; лицензирование технологий; копирование иностранных образцов и реинжиниринг; обучение национальных кадров за рубежом; использование зарубежной печатной информации и информационных ресурсов Интернета. Основные показатели, характеризующие использование перечис-

ленных каналов Китаем и Индией (в сравнении с США), приведены в табл. 4. Очевидно, что Китай действует более активно и последовательно. В 2004 г. по соотношению объемов внешней торговли и ВВП он занимал второе место в мире после Германии, в настоящее время, по всей вероятности, вышел на первое место. В отличие от Китая, Индия все еще является одной из наиболее закрытых стран мира. А ведь экспорт – это один из важных рычагов обновления продукции, повышения ее качества, а следовательно, и развития технологии, без этого невозможно выдержать конкуренцию на внешнем рынке. Импорт – это, кроме всего прочего, хорошие возможности копирования и реинжиниринга новейших достижений зарубежных партнеров.

Таблица 4

**Экономические и научно-технические связи
с зарубежными странами**

Показатель	Китай	Индия	США
Объем внешней торговли, в % от ВВП (2004)	65,30	41,60	23,7
Объем внешней торговли промышленными товарами, в % от ВВП (2004)	50,35	15,29	15,47
Экспорт товаров потребления, млн. долл. США	30,7	10,9	7,0
Экспорт промышленных товаров, в % от экспорта потребительских	91	88	82
Экспорт высокотехнологичных товаров, в % от экспорта промышленных	30	5	32
Экспорт коммерческих услуг, млн. долл.	62,1	39,6	321,8
Экспорт коммерческих услуг, в % от ВВП	3,2	5,7	2,7
Экспорт ИТ услуг, в % от общего экспорта услуг	38,3	66,4	44,8
Импортные пошлины, % (2006)	3,0	5,0	2,0
Зарубежные капиталовложения, в % от ВВП (ср. для 2000–2004)	3,89	0,68	1,37
Лицензионные платежи, тыс. долл. (2004)	4496,6	420,8	23901
Объем лицензионных платежей на 1 млн. населения (2004)	3,47	0,4	81,38
Число студентов, обучающихся за рубежом	381330	129627	46547

Источник: World Bank KAM 2006; OECD, Education at a Glance, 2006.

Прямые иностранные вложения капитала в экономику Китая в разы превосходят вложения в Индии. Можно выделить несколько причин. Во-первых, Китай, как уже отмечалось, «открылся» раньше и шире. Во-вторых, рынок Китая

сегодня больше и богаче. В-третьих, цены на сырье, землю и т.д. в Китае благоприятнее, и именно они, а не стоимость рабочей силы определяют ценовую обстановку в целом.

Рабочая сила в Китае сегодня, как правило, дороже, чем в Индии. Наконец, в Китае более эффективны транспорт, сервисная инфраструктура, несколько меньше бюрократической волокиты при решении вопросов торговли. В итоге Китай привлекателен не только как самый большой и быстро развивающийся рынок мира, но и как платформа для производства и экспорта продукции в другие страны. Между транснациональными компаниями имеет место острая конкуренция за получение права обосноваться в Китае. Это заставляет их ввозить действительно новейшие технологии, несмотря на далеко несовершенную систему защиты интеллектуальной собственности и высокую степень риска нарушения этого рода прав, пиратства. В то же время Китай намного активнее Индии ведет и легальное заимствование зарубежного опыта — закупает лицензии; его лицензионные платежи в 10 раз больше индийских. В зарубежных вузах число китайских студентов растет, хотя Китай интенсивно развивает собственную систему высшего образования. Среди 2,7 млн. студентов мира, обучающихся за пределами родной страны, китайцы составляют 15% (не считая Гонконга), а индийцы — только 5%. Раньше большинство таких студентов находили гораздо более комфортные условия жизни и труда в стране обучения и домой не возвращались. Но в последние пять лет эта ситуация меняется, «возвращенцев» становится все больше. С одной стороны, и Китай и Индия всячески их поощряют, да и возможностей получить хорошую работу дома становится с каждым годом больше. С другой стороны, США после 11 сентября значительно затруднили получение студенческих виз иностранцами, и их примеру следуют передовые западноевропейские страны.

Хотя в целом использование мирового опыта в последние десятилетия играло для развития Китая и Индии и продолжает играть сегодня роль более значительную, чем собственный инновационный потенциал, последний достаточно внушителен, быстро прогрессирует и в ряде направлений уже находится на передовых позициях в мире. Достаточно указать на то, что обе страны обладают ядерными и космическими технологиями. Уже отмечалось, что научно-технический потенциал и Китая и

Индии обладает «критической массой», необходимой для интенсивного прогресса. Основные показатели, его характеризующие, представлены в табл. 5.

Таблица 5

**Основные показатели научно-технических потенциалов
Китая, Индии и США**

Показатель	Китай	Индия	США
Численность ученых и инженеров в сфере ИР (2004)	926252	117528	1334628
Численность ученых и инженеров в ИР на 1 млн. жителей (2004)	708	119	4605
Затраты на ИР, млн. долл. (2004)	27,8	5,9	313,9
Число статей в научных и технических журналах (2003)	29186	12774	211233
Число статей на 1 млн. жителей (2003)	22,7	12,0	726,4
Число выданных в США патентов (2004)	597	376	94110
Число патентов США на 1 млн. жителей	0,46	0,34	320,1
Отношение расходов на ИР к числу статей, тыс. долл.	953	462	1482

Источник: подсчитано по данным World Bank KAM 2006.

Обычно в качестве главных «входных» показателей принимают численность ученых и инженеров в стране и национальные расходы на ИР. По первому из этих показателей Китай уступает только США и занимает второе место в мире. У Индии этот показатель примерно в 8 раз меньше, чем у Китая. Весьма возможно, определения данной категории работников (кого в нее зачислять) в Китае и Индии не совпадают, и поэтому разница столь велика. Что касается расходов на ИР, то Китай их стремительно наращивает начиная с 2002 г. К 2004 г. он тратил на науку 1,4% ВВП, в 2006 г. – 1,6% (оценка). В расчете по паритету покупательной способности в 2007 г. Китай может превзойти по этому показателю Японию и выйти на второе место в мире. Он все еще значительно отстает от США, но разрыв между двумя странами сокращается. Согласно 15-летнему плану развития науки и техники в 2010 г., расходы Китая на ИР должны возрасти до 2% ВВП, а к 2020 г. – до 2,5%.

В Индии приблизительно до 2004 г. национальные расходы на науку колебались в пределах 0,8–0,9% от ВВП, и более

70% средств поступало от государства. В последние два-три года ситуация меняется за счет нарастания трат этого рода в частном секторе. Происходит это благодаря транснациональным корпорациям, открывающим в Индии свои исследовательские центры. По оценке консультативной фирмы «Alok Aggarwal», сегодня частный сектор тратит на науку больше государства, а суммарные затраты соответствуют 1,1% от ВВП.

Главными «выходными» показателями научно-технического потенциала, учитываемыми статистикой, являются число публикаций в профильных журналах и число патентов, получаемых в США. Китай за последние годы быстро наращивает первый из этих показателей, вдвое превосходит по нему Индию, но число китайских публикаций составляет лишь 14% от числа американских. Число публикаций индийских авторов тоже растет, но медленнее, чем китайских, и, судя по индексам цитирования, они менее содержательны, чем китайские.

Если соотнести два последних показателя с расходами на ИР, то можно получить весьма приблизительную (без учета качества и различий в структуре затрат) оценку эффективности ИР. По объему расходов, приходящихся на одну публикацию, самая эффективная страна – Индия, за ней следует Китай, а США замыкают тройку. Дело, видимо, в уровнях зарплат ученых. По патентам наибольшей эффективностью обладают США, за ними следует Индия, а Китай занимает третье место. В определенной степени это свидетельствует о том, что и в Индии и в Китае коммерциализация достижений национальной науки развита слабо. Правда, обе страны стремятся исправить ситуацию, они понимают, что сегодня инновационность является залогом конкурентоспособности на мировом рынке. В связи с этим следует еще раз подчеркнуть, что в научно-техническом потенциале Китая и Индии важную роль играют исследовательские центры транснациональных корпораций. В Китае сегодня действуют более 750 лабораторий зарубежных фирм, в Индии – 250 (16, с. 12). Фактор дешевизны рабочей силы, который вначале очень привлекал корпорации, в настоящее время постепенно сходit на нет, так как квалифицированных местных специалистов уже не хватает, и работодатели вынуждены конкурировать на рынке труда, поднимая зарплату.

Опираясь на рассмотренные данные, можно попытаться заглянуть в будущее. У Китая на этот счет есть конкретные планы и программы. Стратегия создания инновационной экономики страны воплощена в средне- и долгосрочной программе развития науки и технологии, опубликованной Государственным советом в январе 2006 г. Основа программы – увеличение расходов на ИР к 2010 г. до 2,5% ВВП. Это вдвое больше того, что расходуется в настоящее время. Если эта цель будет достигнута, то в 2010 г. Китай выделит на ИР примерно столько же финансовых ресурсов, сколько сегодня выделяют США, всего на 0,6% меньше, чем Япония, и на 0,6% больше, чем ЕС (17, с. 2). Предполагаемое удвоение расходов должно сопровождаться реализацией «ключевых» государственных проектов по созданию важнейших стратегических видов продукции. Масштабы этих проектов сопоставимы с капиталовложениями США в телекоммуникации, исследования космоса, авиацию и энергетику за 1945–1991 гг. (там же).

Китайская программа содержит 16 ключевых проектов, которые охватывают приоритетную группу секторов, в которую входят: производство базовых электронных элементов, интегральных схем общего применения, базового программного обеспечения, очень больших интегральных схем, мобильных широкополосных беспроводных средств телекоммуникаций, прогрессивных обрабатывающих центров с числовым программным управлением от ЭВМ, разработка крупных нефтяных и газовых месторождений, строительство больших атомных электростанций с новейшими типами реакторов, контроль за загрязнением водных бассейнов, улучшение их состояния; геномная инженерия, создание генетически модифицированных биологических видов, разработка новых лекарственных препаратов, контроль за распространением СПИД'а, лечение его и других инфекционных заболеваний, производство крупных воздушных судов, искусственных спутников для исследования поверхности Земли, запуск пилотируемых космических аппаратов и изучение Луны. По любым меркам – это чрезвычайно амбициозная программа.

Если, во-первых, условно отвлечься от разразившегося в 2008 г. мирового кризиса и, во-вторых, принять, что средние значения темпов экономического роста Китая и Индии, имевшие место в период 1990–2003 гг., сохранятся на бли-

жайшие годы, то при расчете объемов ВВП по паритету покупательной способности (ППС) Индия обгонит Японию уже в 2008 г. и займет третье место в мире, а Китай догонит США примерно к 2013 г. Конечно, это условные подсчеты, поскольку ППС и объемы в реальных денежных единицах – далеко не одно и то же, и кризис может резко сместить все даты и показатели. Но они хорошо иллюстрируют динамизм «азиатских гигантов». А сколь долго смогут они удерживать достигнутые темпы? Для Китая это 8–10% в год, для Индии – 6–8%. Большинство экономистов считают, что обе страны продолжат наращивать объемы ВВП еще 10–15 лет на уровне 6–7% ежегодно. Основанием для такой оптимистической оценки в первую очередь является тот факт, что они пока значительно отстают от мирового технологического уровня. Во всех секторах их экономик существует большой разрыв между наиболее продуктивными и наименее продуктивными фирмами. Поднимая средний уровень в отраслях до уровня передовых, а уровень последних до уровня ведущих мировых производителей, и Китай и Индия могут продолжить период интенсивного роста. У Индии, которая отстает от Китая, потенциал для этого больше. «Сегодня, когда обе страны достигли “критической массы” научно-технического потенциала, мы можем полагать, что в ряде секторов они выйдут на уровень мировых стандартов» (16, с. 12).

Однако нужно отметить, что эти страны имеют сложные внутренние проблемы: неравномерность развития отдельных регионов, разрыв доходов богатых и бедных, напряженная ситуация с охраной окружающей среды. В Китае к этому добавляются слабость финансовой системы и сложности, связанные с противоречием между однопартийной государственной системой и построением независимой от государства рыночной экономики страны с растущим образовательным уровнем населения. В Индии дополнительные сложности связаны с необходимостью достичь консенсуса по вопросу о глубоких реформах в многонациональном, многокультурном обществе, где все еще сохраняется кастовое деление с очень высоким уровнем неграмотности населения (52% среди женщин) и с трудностями развития системы высшего образования.

Как быстрый рост Китая и Индии повлияет на экономическую ситуацию в мире в целом, на положение стран, которые являются сегодня мировыми лидерами? С одной сто-

роны, очевидны по крайней мере два положительных момента. Во-первых, из Китая и Индии идет поток сравнительно дешевых товаров на рынки других стран, который будет только увеличиваться, и это выгодно потребителям. Китай уже догнал и, вероятно, обгонит США в будущем по объему экспорта потребительских изделий. Во-вторых, развитие экономик Китая и Индии означает увеличение емкости двух громадных рынков, готовых принять товары и услуги из других стран. В-третьих, система мировой торговли вынуждена будет перестраиваться, менять свою структуру. Ряд отраслей в развитых странах придется сворачивать под давлением китайско-индийской товарной интервенции. Уже в настоящее время в США в трудном положении находятся текстильная, обувная и швейная промышленность, а также отрасли услуг, которые поддаются оцифровке и переведены на офшор в Индию. Болезненная перестройка неизбежна, но американская экономика способна смягчить негативные эффекты и быстро передислоцировать ресурсы (в том числе трудовые) в новые, более конкурентоспособные отрасли производства.

Отмеченные перспективы серьезно обостряют вопросы охраны интеллектуальной собственности (ИС). Сегодня инновации – это фундаментальная основа конкурентоспособности. Транснациональные корпорации и другие лидирующие мировые компании, торгуя с Китаем и Индией, создавая в этих странах свои производственные и исследовательские филиалы, понимают, что риск пиратства и контрафакции очень велик. Несмотря на то что система охраны ИС здесь совершенствуется, она все еще остается очень слабой. Предполагается, что технологические лидеры способны сохранять конкурентоспособность, создавая новинки за то время, пока их продукция будет скопирована и налажено контрафактное производство. Но научный и технологический прогресс Индии и Китая подрывает эту стратегию, и США вместе с другими развитыми странами должны активнее добиваться обеспечения мировых стандартов охраны ИС в Индии и Китае. В то же время они должны внимательно следить за всеми переменами в этих странах и тщательно их анализировать.

Сегодня существует очень широкое поле для кооперации всех стран в целом ряде областей. В частности, экологические проблемы – освоение альтернативных источников энергии, рекультивация земель, восстановление лесов, очист-

ка воды и переработка отходов – требуют для своего решения (а они очень актуальны и для азиатских стран) совместных усилий в глобальном масштабе. В скором времени покупательная способность сотен миллионов китайцев и индийцев возрастет настолько, что они смогут приобретать мобильные телефоны, если они будут стоить 10 долл., компьютеры за 100 долл. и автомобили за 2 тыс. долл. Транснациональные корпорации, когда они смогут в сотрудничестве с местными фирмами обеспечить производство таких изделий, получают практически неограниченный рынок сбыта. В то же время они будут способствовать формированию в Китае и Индии среднего класса европейского и американского уровней. Китай и Индия повзрослели. Их возрождение в качестве супердержав – это одновременно и вызов Западу, и огромные потенциальные возможности. Как будут развиваться эти страны, как они будут взаимодействовать с остальным миром – важно не только для них самих, но и для всего мирового сообщества. Перед миром сегодня стоит множество крупных, сложных проблем, и на этом фоне строить и укреплять позитивные, взаимовыгодные отношения между странами – задача первостепенной важности.

3.2.2. Состояние мирового рынка наукоемкой продукции

Рынок является конечным пунктом всех мероприятий и процессов, о которых мы говорили выше, их итогом. Развитие наукоемких производств, новых технологий, гонка инноваций, как на уровне корпораций, так и на государственном уровне (все развитые страны имеют государственные программы поддержки инноваций, стремятся создать инновационную экономику), – все нацелено на выигрыш в конкурентной борьбе, а арена этой борьбы – мировой рынок. И перед наукой национальные государства ставят задачу обеспечения эффективности ИР, коммерциализации их результатов, участия в решении задачи повышения конкурентоспособности национальной экономики. Об этом подробнее мы скажем в главе, посвященной внутренним характеристикам парадигмы научно-технического развития (ПНТР). В силу важности положения той или иной страны на международном рынке ситуация на нем тщательно отслеживается целым рядом орга-

низаций, как национальных, так и международных (Мировой банк, ОЕСД, специализированные фирмы типа «Global Insigt Inc.» и т.д.). Соответствующая статистика приводится и в президентских докладах Конгрессу США, которые мы упоминали и использовали выше. И настоящий раздел мы построим на данных новейшего из таких докладов, «Science and Endineering Indicators – 2008» (9).

Как отмечалось в 1.2, ОЕСД в начале 90-х годов выделяла в качестве наукоемких четыре хозяйственные отрасли. Но в начале нынешнего века этот перечень был расширен и в настоящее время насчитывает 10 отраслей хозяйства – пять из сферы услуг и пять из обрабатывающей промышленности. К первой пятерке относятся услуги связи, финансовые, бизнес-услуги (включая разработку программного обеспечения компьютеров), образовательные и медицинские. Три первых из этих видов услуг ориентированы на рынок и им стимулируются и регулируются. А образование и здравоохранение обеспечиваются общественным сектором и регулируются в основном государством независимо от формы собственности. К наукоемким обрабатывающим отраслям отнесены аэрокосмическая и фармацевтическая промышленность, производство компьютеров и офисной аппаратуры, средств связи и научных приборов (медицинских, иных прецизионных и оптических). Конечно, этот перечень, как и перечень услуг, не охватывает все наукоемкие отрасли хозяйства, но рассматривается как достаточно репрезентативный.

При сопоставлении положения разных стран и регионов на мировом рынке используются два показателя: валовой доход и доход от добавленной стоимости. В первом случае учитывается объем сбыта товара или продажи услуг, включая сырье и комплектующие, купленные на внутреннем рынке или импортированные. Когда речь идет о добавленной стоимости, сырье и комплектующие не учитываются. Практически доля отдельных стран в мировом объеме таких величин можно рассматривать и как доли мирового рынка, приходящиеся на ту или иную страну или регион.

Сектор услуг на протяжении последних двух десятилетий развивался быстрее и интенсивнее обрабатывающего сектора. По оценке Мирового банка, в 2003 г. 68% всей экономической активности приходилось на услуги (в 1980 г. – 56%), а главную роль среди них играли услуги наукоемкие

рыночно ориентированные. За время с 1986 по 2005 г. мировой валовой доход рыночно ориентированных наукоемких услуг более чем удвоился (в 1986 г. – 4,5 трлн. долл., а в 2005 г. – 11,5 трлн.). Среднегодовой прирост этой группы услуг был равен 4,8%, тогда как у прочих видов этот показатель составлял 2,7%. Основными поставщиками рыночно наукоемких услуг являются три региона – США, ЕС и азиатские страны. В 2005 г. эти регионы обеспечили примерно 80% мировой добавленной стоимости: доля США составляет 40%, ЕС – 25 и Азии – 22%. В последнее десятилетие эти соотношения менялись незначительно. ЕС потерял 1% из-за снижения активности сервисной индустрии в Германии и Италии, а Азия приобрела 2% благодаря тому, что темпы роста этого показателя у Китая и Индии были примерно в два раза выше, чем в среднем по азиатским странам. От мирового объема Китай в 2005 г. имел 4,9% (против 2,3% в 1996 г.), а Индия – 1,1% (против 0,7% в 1996 г.).

Аналогичные показатели по отдельным отраслям услуг представлены в табл. 6 и дополнительных комментариях не требуют.

Таблица 6

Распределение доходов прибавочной стоимости рыночно ориентированных наукоемких отраслей сферы услуг: 1996 и 2005 гг. (%)

Отрасль и регион / страна	1996 г.	2005 г.
1	2	3
Бизнес-услуги		
Мировой доход, трлн. пост. долл. 2000 г.	2,38	3,38
Доли в %		
США	43,3	42,6
ЕС	28,2	29,3
Азия	17,1	16,9
Финансовые услуги		
Мировой доход, трлн. пост. долл. 2000 г.	1,61	2,28
Доли в %		
США	36,9	37,6
ЕС	23,3	19,0
Азия	27,2	29,0

Продолжение табл. 6

1	2	3
Коммуникации		
Мировой доход, трлн. пост. долл. 2000 г.	0,59	1,11
Доли в %		
США	42,1	38,7
ЕС	22,7	22,2
Азия	16,2	22,6

Источник: (9, с. 6–14).

Годовые доходы пяти отраслей обрабатывающей наукоемкой промышленности с 1986 по 2005 г. выросли с 1,1 трлн. до 3,5 трлн. долл. Среднегодовой темп роста этого показателя составлял 6% – в два с лишним раза выше, чем в других промышленных отраслях. Доля наукоемких отраслей в общем объеме промышленного производства достигла в 2005 г. 18% против 10% в 1986 г. Как и в сфере услуг, 90% доходов приходится на три отмеченных выше региона, а распределение этих доходов между ведущей «тройкой» выглядит на 2005 г. следующим образом: США – 35%, ЕС – 18, а Азия – 41,2%. За последние 20 лет США свою долю нарастили к концу 90-х годов, после чего она не менялась, доля ЕС сократилась, а Азия, наращивая свои наукоемкие производства, вышла на первое место. Но среди азиатских стран были и те, что выигрывали, и те, что теряли. Заметно снизилась доля попавшей в 90-е годы в полосу глубокой депрессии и последующей стагнации Японии, тогда как Китай, Южная Корея и Индия успешно прогрессировали. Динамика рассматриваемого показателя в странах Азии, являющихся основными представителями региона на мировом рынке, показана в табл. 7.

Распределение того же показателя по отраслям и трем регионам приведено в табл. 8. Цифры четко демонстрируют основную тенденцию нашего времени – перераспределение и научно-технического и производственного потенциалов в пользу динамично развивающихся стран азиатского региона даже в такой, казалось бы, специфичной и требовательной отрасли, как аэрокосмическая, где Запад до последнего времени доминировал безраздельно и уступать свои позиции не собирался. Однако Азия за последние всего-то 10 лет утроила свою долю мирового рынка этой отрасли, заметно потеснив и Америку и Западную Европу. Ведь за каждым процен-

том и даже долей процента в табл. 9 стоят очень большие денежные показатели, многие миллионы долларов.

Таблица 7

Доли азиатских стран в мировом объеме доходов от добавленной стоимости, 1989–2005 гг. (%)

Страна / регион	1989 г.	1993 г.	1997 г.	2000 г.	2003 г.	2005 г.
Азия	35,1	37,0	39,9	37,0	38,6	41,2
Китай	1,9	3,3	3,9	5,3	11,1	16,1
Индия	0,2	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4
Япония	29,3	27,3	27,3	22,0	17,9	16,2
Малайзия	0,2	0,6	1,0	1,0	0,9	1,0
Сингапур	0,9	1,3	1,6	1,5	1,2	1,2
Южная Корея	1,2	1,8	2,7	3,7	3,8	3,6
Тайвань	1,3	2,0	2,1	2,5	2,4	1,7

Источник: (9, с. 6–18).

Еще отчетливей отмеченная тенденция проявляется в статистике мирового экспорта. Высокотехнологичные отрасли промышленности США в 90-х годах прошлого века экспортировали товары на 20% мирового объема наукоемкого экспорта. Но к 2005 г. этот показатель упал до 12%, а внешнеторговый баланс Соединенных Штатов в этих отраслях с конца 90-х годов стал дефицитным. В 2000 г. дефицит составил 32 млрд. долл. (4% от доходов высокотехнологичных отраслей), а в 2005 г. вырос до 135 млрд. (14%). В то же время китайский экспорт аналогичных отраслей за 1999–2005 гг. увеличился более чем вдвое и достиг 19% мирового. В 2001 г. Китай обогнал Японию, в 2002 г. – ЕС и в 2003 г. – США. Сегодня он по объемам высокотехнологичного экспорта занимает первое место в мире, продавая в первую очередь конторское оборудование, компьютеры и средства связи.

Что касается перспектив на будущее, то вряд ли эта перестройка экономического и научно-технического потенциалов возможна, передела рынков не будет в ближайшие десятилетия. Американские экономисты технологического института штата Джорджия разработали систему индикаторов, позволяющих оценить потенциал роста конкурентоспособности развивающихся стран на мировом рынке (20). Система состоит из четырех комплексных индикаторов, которые под-

считываются для каждой страны на основе статистических данных и экспертных оценок.

Таблица 8

**Распределение доходов от прибавочной стоимости
научеомких отраслей обрабатывающей
промышленности, 1995–2005 гг. (%)**

Отрасль и страна / регион	1995 г.	2005 г.
Аэрокосмическая промышленность		
Мировой доход, млрд. пост. долл. 2000 г.	77,0	91,7
Доли		
США	56,9	49,4
ЕС	27,1	26,8
Азия	5,4	15,6
Фармацевтическая промышленность, млрд. пост. долл. 2000 г.	135,5	233,8
Доли		
США	29,8	32,2
ЕС	28,5	29,5
Азия	28,0	28,4
Конторское и вычислительное оборудование, млрд. пост. долл. 2000 г.	65,7	163,5
Доли		
США	12,8	23,9
ЕС	20,6	8,4
Азия	60,6	64,2
Коммуникационное оборудование, млрд. пост. долл. 2000 г.	218,7	544,0
Доли		
США	13,6	34,4
ЕС	18,9	11,7
Азия	60,1	50,5
Медицинские, другие прецизионные и оптические инструменты, млрд. пост. долл. 2000 г.	101,1	168,3
Доли		
США	36,4	40,1
ЕС	33,4	29,8
Азия	19,3	20,1

Источник: (9, с. 6–21).

1. Технологическая инфраструктура. Имеются в виду социальные и экономические институты, содействующие созданию, производству и выходу на рынок новых технологий. Учитываются численность ученых, занятых ИР, стати-

стика закупок, экспертная оценка системы образования, промышленных ИР и уровня развития технологии.

2. Социологическая инфраструктура, т.е. социальные и экономические институты, необходимые для поддержания и развития технологического потенциала.

3. Производственный потенциал – материальные и людские ресурсы и эффективность их использования.

4. Национальная ориентация – содействие росту конкурентоспособности со стороны политических институтов и общестственности.

Синтезируя все перечисленные данные, авторы определяют место той или иной страны в «перечне перспективности», составляемом для двух групп стран (крупные и сравнительно небольшие), отличающихся объемами ВВП (более или менее 750 млрд. долл.). В группе крупных места распределялись в соответствии с данными табл. 9.

Таблица 9

«Перечень перспективности» крупных развивающихся стран, 1996–2007 гг.

Страна	1996 г.	1999 г.	2002 г.	2005 г.	2007 г.
Китай	4	2	1	1	1
Индия	2	1	3	2	2
Россия	1	4	2	4	3
Мексика	5	6	5	5	4
Бразилия	3	3	4	3	5
Индонезия	6	5	6	6	6

Источник: (9, с. 6–34).

Все приведенные выше данные свидетельствуют о том, что географическое распределение научно-технического мирового потенциала динамично изменяется, наряду с процессами консолидации национальных ресурсов интенсивно протекают процессы глобализации, в ходе которой возрастает взаимозависимость стран и регионов, происходит интернационализация технического и экономического развития. Национальные рамки становятся тесны, и оставаться в их пределах для любой экономики означало бы угрозу отсталости и краха. Конечно, до выравнивания уровня развития всех стран мира еще очень далеко, можно выделить страны – субъекты глобализации и страны – объекты ее, но тенденция технико-

экономического единения мира налицо. Препятствиями на этом пути, сегодня представляющимися крайне труднопреодолимыми, несмотря на наличие ООН и множества других международных организаций, являются политические, национально-культурные и религиозные факторы. Если сгруппировать страны мира по уровням их научно-технического и инновационного потенциалов (21, с. 1), то мы получим три группы. Наиболее продвинуты 25 стран, в основном они входят в ОЕСД, но не все. Затем следует группа стран среднего уровня, их 90. Среди этих стран – Китай, Индия, Бразилия, Аргентина, Чили, Южная Африка, Мексика и т.д. Третья группа – слаборазвитые государства. По оценке Академии наук для развивающихся стран (Academy of sciences for the developing world – TWAS), большинство таких стран находится в Центральной и Южной Африке (sub – Saharan Africa).

Многоликость сегодняшнего мира, многообразие происходящих в нем преобразований, зачастую противоречивых сложных процессов, сплетение конкурентной борьбы и взаимозависимости, двуликость научно-технического прогресса и т.д. – все это является одной из характеристик и весомых составляющих парадигмы современного научно-технического развития.

Глава четвертая

ВНУТРЕННИЕ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ

Наука относится к числу наиболее динамичных сегментов современного общества. Непрерывное движение вперед, расширение и углубление знания об окружающем нас мире и о самих людях суть естественные, объективные свойства науки. При этом и сама она постоянно меняется, ее масштабные параметры растут, появляются все новые и все более сложные задачи, наука перестраивается, стремясь найти оптимальные формы и способы решения этих задач. О темпах развития науки и основных этапах становления государственной научно-технической политики мы уже говорили (во введении и разделе 1.1. первой главы), особенно подчеркивая экспоненциальный рост ее (науки) количественных и качественных параметров. Экспоненциальный рост количественных показателей развития науки, как входных (число научных работников, расходы на ИР), так и выходных (число открытий, новинок техники, публикаций), создавал характерную для второй половины XX в. картину научно-информационного взрыва.

Ко второй половине XX в. наука превратилась в крупную отрасль национального и мирового хозяйства, поражающую своими масштабами по сравнению с предшествовавшими веками и тысячелетиями. Да и как не удивляться, когда любой научный сотрудник, допустим 60-х годов прошлого столетия, мог обоснованно утверждать, что более 80% всех ученых, когда-либо существовавших в мире, являются его современниками (1, с. 11).

Очевидно, что за время столь масштабных перемен в мире науки происходили не только изменения ее взаимосвязей с другими сегментами общества (количественных показателей), но и содержательные внутренние перемены парадигмального характера. Попытаемся показать наиболее значимые новые особенности внутренних характеристик парадигмы современного научно-технического развития.

4.1. Трансформация дисциплинарного спектра науки

Одна из самых наглядных групп интересующих нас перемен – изменения дисциплинарного спектра науки.

Три основных момента бросаются в глаза при анализе его современного состояния и тенденций эволюции, в результате которой как бы плоский и довольно бедный, если судить по численности дисциплин, традиционный перечень прошлого превращается и фактически уже в значительной мере превратился в объемный, многогранный комплекс, отдельные составляющие которого взаимодействуют, образуют предметно-целевые конфигурации, обогащая друг друга и позволяя человеку все глубже проникать в тайны материи, жизнедеятельности человека и общества.

Прежде всего отметим две противоположно направленные, но фактически дополняющие друг друга линии развития: постоянно растущее число узких специализаций, на которые дробятся физика, химия, биология и прочие традиционные дисциплины, с одной стороны, и формирование предметно ориентированных междисциплинарных отраслей науки – с другой. Сегодня физика, химия или биология как таковые в целом существуют лишь в средней школе и в педагогических или иных дающих широкое общее образование вузах. В науке, будь то фундаментальные исследования или прикладные, основную роль играет узкая специализация со своими специфичными теоретической и экспериментальной базами. Если говорить о физике, то есть физики-теоретики и есть экспериментаторы, есть физика элементарных частиц и физика твердого тела, гидравлика, пневматика, оптика, физика атмосферы, другие подразделы и в каждом – целый ряд менее крупных ответвлений. В естественных науках в целом можно насчитать сотни специализаций, и каждый год добавляются

новые. Возможности конкретного ученого или, допустим, лаборатории среднего масштаба не безграничны, и для того чтобы работать на переднем крае науки, добывать новые знания, необходимо концентрировать усилия на узком участке.

В то же время есть целый ряд предметно ориентированных областей, которые не поддаются дроблению, а, наоборот, требуют обобщения отдельных дисциплин и полидисциплинарного подхода. Примерами такого рода областей могут служить Земля как планета со всеми ее атрибутами, флорой, фауной, недрами, связями с космосом и т.д. или, допустим, человек как целое, без деления на физиологию, антропологию, психологию; или окружающая среда и т.п. Полидисциплинарный подход обеспечивает выявление таких сторон явления или предмета, которые при узкоспециализированном взгляде заметить и понять не удастся.

Далее, для современного дисциплинарного спектра науки характерны сближение традиционных отраслей и множественность «междисциплинарных» – физическая химия, химическая физика, молекулярная биология и т.п. Само название «междисциплинарные» неудачно, хотя оно и прижилось в науковедческой литературе, в средствах массовой информации и политических дискуссиях и документах. Эти отрасли и соответствующие им направления исследований не находятся где-то между традиционными отраслями, а, напротив, объединяют, частично интегрируют эти отрасли, так что называть их следовало бы интегральными направлениями. Кстати, в английском языке для обозначения таких отраслей используется термин «crossdisciplines», где приставка cross означает «пересекающийся», «гибридный», но никак не «между». Причина появления интегральных дисциплин та же, что обуславливает узкую специализацию наук, – это углубление понимания происходящих в соответствующих областях процессов по мере освоения молекулярного и атомного уровня материи.

На атомном уровне нет ни физики, ни химии, ни биологии, есть единая атомарная материя, о которой мы знаем уже довольно много. Процесс сближения естественно-научных дисциплин объективен, он происходит с ускорением, и в перспективе, не очень близкой, но весьма вероятной, может привести к постепенному слиянию их в единой целое.

Возможно, что предвестником такого рода качественно-го изменения служит появление нанонауки. Она выделена в особую отрасль по масштабному признаку и изучает не какую-то группу свойств вещества, а частицы его в размерном диапазоне, измеряемом нанометрами (10^{-9} м). При таких размерах на поверхности частицы находится значительно большая доля составляющих ее атомов, чем у крупных частиц, где подавляющая часть атомов располагается внутри. В результате у вещества, образующего частицу, проявляются новые свойства, которые пока еще мало изучены, и считать ли их физическими, химическими или какими-то иными – не ясно. Но и то, что о наночастицах уже известно, позволяет найти им много чрезвычайно полезных практических приложений в самых разных областях – в медицине, в сельском хозяйстве, в электротехнике и т.д.

И в природе и в обществе есть немало зачастую сильно растянутых во времени процессов, при которых некое единое целое распадается на отдельные составляющие, а затем вновь объединяется на новом витке эволюционной спирали. Нечто подобное происходит и с дисциплинарным спектром науки.

Еще один относящийся к эволюции дисциплинарного спектра момент – это смена лидирующего комплекса наук. Разумеется, понятие лидерства в этом случае условно. Речь идет о комплексе, который наиболее заметен, где чаще происходят открытия и пусть не столь крупные, но яркие и полезные обществу новации, о котором больше других говорят и пишут в средствах массовой информации, который финансируется в первоочередном порядке и на развитие которого в обществе на данный момент возлагают больше всего надежд. Век XX обычно справедливо считается веком физики. Бор, Эйнштейн, Ферми и еще целый ряд блистательных имен, за каждым из которых стоят крупнейшие открытия, сформировавшие современную физику, частная и общая теория относительности, разгадка многих секретов атома и овладение атомной энергией, строительство и эксплуатация крупнейших ускорителей элементарных частиц, создание квантовой механики и квантовой статистики, множество иных ярких достижений, которые сыпались, как из рога изобилия, – все это является совершенно достаточным основанием для такого определения.

Но в конце XX столетия и начале XXI на первый план выходят науки биологического комплекса, и XXI век, по мнению специалистов, станет веком биологии, которая понимается в этом случае широко, как комплекс наук о жизни. Возможно, что именно этот аспект комплекса – его непосредственная связь с медициной, продуктами питания, состоянием окружающей среды, с основными составляющими жизни человека – делает его особенно актуальным, интересующим не только ученых, но и всех членов общества, независимо от уровня образования и прочих демографических показателей. Появилось новое научное направление – синтетическая биология, исследования в которой немыслимы без междисциплинарного подхода. Ведь уже сделаны крупные шаги, качественно повышающие уровень биологических исследований, разработан и внедрен целый ряд целительных медицинских технологий, основанных на новых открытиях, а самым серьезным образом обсуждаемые перспективы вплоть до выращивания органов человеческого организма и их замены в случае старения или болезни заволаживают воображение, обещают чуть ли не бессмертие.

Разумеется, смена лидирующего комплекса и выход на первый план биологии отнюдь не означают замедления развития других отраслей – тех же физики, химии, полидисциплинарных исследований и т.д. Прогресс науки в целом, всех ее направлений происходит с ускорением, инновации обретают каскадный характер, за каждым новым достижением следует целый веер его приложений. Да и биология без других дисциплин развиваться не может. Все отрасли науки сегодня взаимозависимы как никогда ранее, и это тоже является характерным признаком новой парадигмы научно-технического развития.

4.2. Парадигма глобального научно-образовательного прорыва

Наука развивается по эволюционной спирали. В данный исторический момент она находится в начале этапа, мировоззренческое содержание которого возвращает научное сообщество ученых во времена Исаака Ньютона, когда окружающий человека мир воспринимался как единое целое.

Возвращение происходит не по замкнутому кругу, а по спирали познания, новый виток которой знаменует собой приобретенный большой объем научного знания, полученный в результате исследований нескольких поколений ученых в течение трех столетий. В это продолжительное время наблюдается, повторим, процесс дробления научного знания, в результате которого появляются разные науки. Узкая специализация научных исследований принесла человечеству громадную пользу: ученым удалось проникнуть в глубь мироздания, познать многие законы развития природы и общества. И самое главное, она вывела ученых, прежде всего естествоиспытателей, на уровень единой атомарной материи. Этот уровень является точкой отсчета принципиально новых параметров дальнейшего развития и науки и образования. Теперь стало возможным, используя методы исследования смежных дисциплин, конструирование, сотворение новых материалов с заданными свойствами. В процессе познания произошло, используя философскую терминологию, качественное изменение – отрицание узкой специализации научных исследований, которая, наряду с величайшими научными открытиями, привела к утрате единой научной картины мира. Настало время вернуться к единому восприятию мира, но уже с обретенным в эпоху узкой специализации неоценимым багажом научного знания.

Междисциплинарность обретает в наше время знаковое явление. В связи с этим весьма показательным содержательное интервью М.В. Ковальчука, директора РНЦ «Курчатовский институт». Говоря о внутринаучных факторах развития науки, он сказал: «Близкая мне кристаллография, по сути дела, междисциплинарна. Возникла она как часть геологии, анализирующая минералы. Исследования элементов и их сочетаний, составляющих кристаллы, сделали ее частью химии. Взяв на вооружение физические методы анализа, кристаллография “вписалась” в физику. Потом благодаря рентгеновским методам определения структуры биологических объектов “породнилась” и с биологией. Эти процессы были естественными и потому безболезненными. Похожие тенденции сейчас наблюдаются и во многих других научных областях. Соответственно пересматриваются и принципы организации исследований. Осмелюсь сказать, что на наших глазах изменяется парадигма развития науки. Количественный рост знаний

переходит в качественный, метод анализа уступает методу синтеза, ученый становится созидателем и естествоиспытателем. При этом нынешний этап развития науки имеет ярко выраженные и очень важные особенности. Первая, как уже было сказано, – это междисциплинарность, затем надо отметить взаимопроникновение неорганического и органического миров... И наконец, – переход к наноразмерам, уже ставший реальностью. Все эти факторы неминуемо приводят к мысли о необходимости новой схемы организации исследований, консолидации научного сообщества» (2, с. 5–6). В марте 2009 г. М. Ковальчук вернулся к мысли, высказанной им в интервью 2006 г., о «необходимости новой схемы организации исследований, консолидации научного сообщества». Теперь Комиссией по образованию и науке Общественной палаты РФ был организован «круглый стол» «Подготовка кадров для междисциплинарных исследований». Участники «круглого стола» пришли к выводу: «Существующая система науки и образования, привязанная к отраслевому принципу построения экономики, зашла в тупик» (3, с. 3).

Да, существующая система науки и образования находится в тупике не потому, что она привязана к отраслевому принципу построения экономики, а потому, что в нашем Отечестве в последние два десятилетия никто всерьез развитием науки не занимался. Возникает вопрос: изменило ли политическое руководство России свое отношение к науке? Оно пытается изменить. Рассмотрим конкретные факторы, свидетельствующие о новой тенденции в научно-технологической политике российского политического руководства. Новый курс в научной политике правительства связан с РНЦ «Курчатовский институт». Такой выбор не случаен. Он имеет веские основания.

Концепция выхода из тупика руководителя центра М.В. Ковальчука предполагает преобразование РНЦ в национальный исследовательский центр, который станет фундаментом прорыва в будущее. За короткий промежуток времени коллектив РНЦ «Курчатовский институт» достиг впечатляющих результатов. Он давно обрел мировую известность. Чтобы получить представление о результатах его деятельности сегодня и в ближайшей перспективе, обратимся к программной статье Михаила Ковальчука «Направление прорыва: конвер-

гентные НБИК-технологии», опубликованной в журнале «Технополис XXI».

Итак, «за последние два года, – пишет М. Ковальчук, – в Курчатовском институте создан Центр конвергентных нано-, био-, инфокогнитивных (НБИК) наук и технологий – одна из первых в мире площадок, где развиваются в тесном взаимопроникновении исследования в области физики, химии, биотехнологии, клеточной и молекулярной биологии, нано- и информационных технологий, когнитивной науки. НБИК-конвергенция создает основу не просто для формирования очередного уклада технологического развития, она открывает путь к переходу в качественно новую цивилизацию» (4).

«Нанотехнологии – это методология создания “под заказ” материала любого типа, любого вида, для любого применения, при помощи направленного манипулирования атомами и молекулами». Одна из задач состоит в развитии технологий «атомно-молекулярного конструирования и создания этим нанотехнологическим путем макроматериалов для самых разных областей народного хозяйства. Сегодня мы уже программируем создание таких материалов с помощью суперкомпьютеров» (там же). Эта задача возникла в связи с острой необходимостью модернизации существующих производств в России, она решается путем введения нанотехнологий в производственные процессы. Эта линия развития определена на государственном уровне: выработана стратегия, созданы необходимые механизмы и организации, которые должны способствовать передаче научных идей в промышленность.

«Однако это лишь одна из ветвей развития нанотехнологий – линейные, экстенсивные проекты. Но есть и другая ветвь, которую я условно называю “запуском будущего”. Она не только предполагает построение принципиально новой исследовательской инфраструктуры, но и переход к новой междисциплинарной научной ментальности... Стратегическая цель “запуска будущего” – создание антропоморфных технических систем, подобных конструкциям, создаваемым живой природой» (4, с. IV, V).

В настоящий исторический момент мировое научное сообщество идет по пути создания многоцелевых, междисциплинарных «исследовательско-технологических платформ». В отличие от традиционных центров подобные структуры

способны гибко перенастраиваться под новые задачи. Смысл создания НБИК-Центра в Курчатовском институте состоял в том, чтобы «сформировать инфраструктурную базу конвергенции наук и технологий. Ядро, вокруг которого развивается Курчатовский НБИК-Центр, – уникальная комбинация мега-установок мирового класса: источников синхротронного и нейтронного излучения. В мире всего пять-шесть подобных центров... А с учетом наших установок термоядерного синтеза ТОКАМАК, суперсовременной приборной базы, аналогов Курчатовскому центру просто нет» (4, с. VI).

Заслуживает особого внимания довольно смелое заявление Михаила Ковальчука о том, что «мы не только создаем качественно новую научную среду, междисциплинарную, ориентированную на переход от “анализа – к синтезу”, от узкой специализации – к конвергенции. Наш НБИК-Центр – это и прообраз серийных заводов нового поколения, модель для отработки будущего технологического уклада» (4, с. VII).

Воспринять эту идею и поверить в то, что поставленную сверхзадачу можно решить, нам поможет схема Курчатовского центра конвергентных нано-био-инфо-когнитивных наук и технологий, которую мы и воспроизводим.

Закончим обозрение статьи Михаила Ковальчука его же словами: «Курчатовский институт всегда являлся многопрофильным междисциплинарным исследовательским центром национального масштаба. Сегодня с появлением конвергентного Курчатовского НБИК-Центра у российской науки создан задел на десятилетия, который обеспечит нам лидирующие позиции среди ведущих научных центров мира» (4, с. VII).

Реализация такой захватывающей дух программы предполагает новую систему подготовки научных кадров. Директор НБИК-Центра придерживается концепции, в основу которой заложен принцип: исследования для обучения и обучение для исследований.

Михаил Ковальчук исходит из того, что для подготовки специалистов нового типа, естествоиспытателей, требуется новая система непрерывного междисциплинарного образования. Его необходимо провести по всей образовательной цепочке: в средней и высшей школах, аспирантуре и докторантуре и с последующей переподготовкой как научных сотрудников, так и преподавателей вузов. Проводить реформу системы образо-

вания нужно осторожно – не менять ее всю сразу, а начать с нескольких пилотных проектов. Организовать их можно на базе ведущих исследовательских университетов страны и национальных исследовательских центров. Так, в Московском физико-техническом институте создан первый в стране НБИК-факультет. Директор РНЦ «Курчатовский институт» стал (это очень важно) его первым деканом. Сочетание междисциплинарных учебных программ с возможностью выполнять исследования в НБИК-Центре института позволит студентам овладеть уникальными и универсальными знаниями и научными методами, стать высококонкурентными специалистами.



КУРЧАТОВСКИЙ НБИК-ЦЕНТР

НАНОБИОТЕХНОЛОГИИ



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



Суперкомпьютерный центр

КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



Одновременно с созданием НБИК-Центра началась модернизация научной инфраструктуры всего РНЦ. Расширен синхротронный центр, теперь вместо 10 исследовательских станций будут работать 40. Сформирована уникальная база для биоорганических исследований. Белковая фабрика позволит получать любые белки в любых количествах, очищать их, превращать в кристаллы. Генетический центр дает возможность полностью расшифровать геном человека. Формируется блок когнитивных технологий, в котором будут работать лингвисты, философы, физиологи, психологи, социологи, специалисты, изучающие работу мозга. В создании НБИК-Центра самую активную роль играют академические институты РАН.

Процесс модернизации структуры РНЦ «Курчатовский институт», его преобразование в Национальный исследовательский центр продолжается. Новым импульсом явился подписанный в октябре 2009 г. указ Президента РФ «О дополнительных мерах по реализации пилотного проекта по созданию национального исследовательского центра “Курчатовский институт”». Цель высокая: «...научное обеспечение устойчивого технологического развития и модернизации приоритетных отраслей экономики». К участию в пилотном проекте по созданию НИЦ «Курчатовский институт» дополнительно привлекаются Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова РАН, государственные научные центры Институт физики высоких энергий и Институт теоретической и экспериментальной физики. Сделано это, говорится в указе, по предложению правительства, РАН и Росатома.

В течение полугода правительство должно утвердить программу совместной деятельности организаций, входящий в НИЦ, а также перечень уникальных ядерно-физических установок, необходимых для осуществления центром своей деятельности. Исполнительной власти поручено принять решение об отнесении Курчатовского института к ведению правительства РФ и разработать порядок финансирования его за счет ассигнований федерального бюджета.

Таким образом, Курчатовский институт под руководством М.П. Ковальчука нашел достойный выход из тупика, в котором находится существующая система науки и образования.

Президент РФ Д.А. Медведев, как политик, находящуюся в тупике ныне существующую систему науки и образования пытается, по всем признакам, изменить. Он фактически приступил к формированию новой системы научных исследований. Преобразование Курчатовского института в Национальный исследовательский центр говорит о многом: по образу и подобию его будут, вероятно, создаваться другие национальные исследовательские центры (НИЦ). Второй НИЦ возникнет, по всей вероятности, в результате преобразования РАН. Здесь особый, более сложный случай. Дело в том, что система научных исследований, в структуре которой, несмотря на тоталитарный режим, эффективно «работала» АН СССР, в условиях турбулентного перехода к рыночной экономике рухнула. Новая система до сих пор не создана. Предпринятая в 2006–2008 гг. Минобрнаукой и Президиумом РАН программа модернизации структуры, функций и механизмов финансирования академического сектора науки не решила главных задач: привлечь в науку молодежь и обеспечить активное участие академических институтов в инновационном процессе. Но зато реализация этой программы фактически привела большинство институтов РАН в состояние институционального коллапса. Реализация еще одной такого же рода модернизации доведет РАН до летального исхода. Нужны специальные законы, чтобы покончить со вседозволенностью бюрократии. По мнению академика Евгения Велихова, «научная бюрократия – такой же враг для развития страны, как и бюрократия управляющих организаций» (5). Академию необходимо сохранить в качестве государственной структуры фундаментальных исследований. Выжить без поддержки правительства она не в состоянии. РАН может занять достойное место в российском и мировом научных сообществах при одном условии: если она сможет создать творческий климат в своих исследовательских институтах. Научное творчество в принципе несовместимо с бюрократическим мышлением. Поэтому наличие, утверждение творческого мышления, всяческая его поддержка в научных коллективах – это начало пути ликвидации научной бюрократии.

Возрождение былого научного потенциала Академии связано с постановкой правительством перед ней научных мегапроектов, сверхзадач. В течение последних двух десяти-

летий во взаимоотношениях науки и власти в России сложилась странная ситуация, вызывающая недоумение. РАН располагает, наряду с творческим научно-техническим, мощным экспертным потенциалом. Он огромен и превосходит десяток потенциалов самых лучших исследовательских университетов страны вместе взятых. Правительство РФ его не использует. Это обстоятельство и вызывает недоумение. Поясним. В свое время Академия наук СССР внесла решающий вклад в создание ракетно-ядерного щита Отечества. Теперь перед РАН стоит по своей значимости не менее грандиозная сверхзадача: разработать научно обоснованную программу форсированного формирования общероссийской инфраструктуры технологического развития, включая все регионы страны. Ее осуществление сделает возможным реальный прорыв России в мир высоких технологий. Кроме РАН никто такой программы разработать не сможет. А вот реализацию этой программы должно взять на себя правительство. Потому что технологическая инфраструктура («инфратехнология») — чрезвычайно важный фактор эффективности исследований и разработок, в определенном смысле, как и фундаментальные исследования, — их основа. Без них невозможны ни модернизация хозяйственной системы, ни создание инновационной экономики. Здесь необходим небольшой экскурс. Технологическая инфраструктура и фундаментальные исследования как объекты капиталовложений абсолютно не привлекают частного предпринимателя. Они принадлежат к основным технологиям, которые вынуждено финансировать государство. Сообщество ученых и политическое руководство США своевременно осознали чрезвычайную важность технологической инфраструктуры и приравнивали ее по значимости к фундаментальным исследованиям. Каким образом это произошло? А было это так. Экономический кризис 1969–1971 гг. и война во Вьетнаме вызвали резкое сокращение финансовых средств на научные, особенно фундаментальные, исследования. Это обстоятельство в конечном счете привело к явному снижению темпов научно-технического прогресса и ослаблению конкурентоспособности американских фирм на внешнем и внутреннем рынках. Указанные тенденции вызвали озабоченность в правящих кругах США и потребовали коренного изменения сложившейся ситуации. С этой целью президент США Дж. Картер учредил президентскую комиссию для раз-

работки национальной программы действий на 1980-е годы. Кстати, взаимосвязь и взаимодействие академической и политической элит системы государственного управления стали реальными факторами в США со времен президентского правления Ф. Рузвельта. К подготовке аналитического доклада для президента Дж. Картера были привлечены крупнейшие специалисты, уделившие большое внимание инновациям и инфратехнологии. На основе предложений, содержащихся в докладе, президент Дж. Картер принял ряд важнейших решений, изложенных им в посланиях Конгрессу (6). Подготовка доклада для президента была настолько удачной, что президентские комиссии стали для его преемников эффективным механизмом решения сложных задач научно-технического характера. Со временем изменились и функции чиновников не только в научно-консультативной службе президента, но и всего госаппарата. Теперь от них требуется только грамотное исполнение, реализация уже готовых предложений, подготовленных авторами доклада для президента. Изменения и дополнения текста доклада чиновниками, направленные якобы для его улучшения, просто пресекаются.

Политика «нового федерализма» (7), провозглашенная президентом Рейганом в его послании о положении страны в январе 1982 г., была фактически направлена на завершение начатого его предшественником формирования технологической инфраструктуры США. Это обстоятельство позволило США без труда вписаться в парадигму современного научно-технического развития.

К сожалению, в России постановка проблем и их решения, имеющие государственное значение, принимаются не учеными, а правительством, кстати, обладающим большим дефицитом профессионализма. Именно правительство в лице Минобрнауки РФ своими действиями довело науку почти до катастрофы. А теперь оно (Минобрнауки) вынуждено обращаться за помощью к российской диаспоре ученых за рубежом. К слову сказать, предпринятая акция обречена на «провал», потому что сложившаяся внутри страны организационно-управленческая структура научной деятельностью любую дельную, толковую инициативу приглашенных ученых загубит, отторгнет. Говоря другими словами, проводимая правительством РФ антисистемная научная политика оказалась в тупике, а точнее – вошла в штопор.

Напомним некоторые факты, характеризующие деятельность вышеупомянутого ведомства. Первый факт. Проведенная в 2006–2008 гг. по инициативе Минобрнауки модернизация структуры, функций и механизмов финансирования академического сектора науки не решила главных задач, ради которых она (модернизация) была предпринята. А именно: привлечь в науку молодежь и обеспечить активное участие академических институтов в инновационном процессе. Суть ситуации состоит в том, что в течение продолжительного времени в результате недостаточного бюджетного финансирования науки и снижения престижа научного труда была нарушена преемственность поколений научных кадров, произошло катастрофическое старение научных сотрудников высшего звена РАН, что ставит под угрозу возможность сохранения научного потенциала России. Президиум РАН неоднократно принимал постановления по этому вопросу. Эти постановления, не обеспеченные финансовой поддержкой, фактически были правительством отвергнуты.

Реализация программы модернизации структуры, функций и механизмов финансирования академического сектора науки фактически привела РАН в состояние институционального коллапса. В процессе сокращения научных сотрудников были разрушены в академических институтах сотни творческих коллективов. Объективно программа модернизации направлена не на развитие Академии, а на ее удушение. Необходимо отметить, что в течение более одного года переговоров с правительством в лице Минобрнауки РФ руководство РАН, констатируя в своих постановлениях катастрофическое положение с кадрами высшей квалификации, под давлением министерства допускало принципиальные уступки, которые и усложняли без того непростую ситуацию в Академии. К тому же Минфин РФ перекрыл бюджетные ставки. Приток в академические институты молодых кадров стал невозможным. Чтобы вывести РАН из состояния институционального коллапса, в котором она находится в настоящий момент, необходимо срочно разработать программу ее реанимации, но реанимировать ее следует – и это очень важно – в качестве креативной корпорации, основным содержанием деятельности которой должны быть фундаментальные исследования.

Каким образом можно привлечь молодежь в науку? Достаточно высоким бюджетным финансированием научной деятельности и наличием современной научно-исследовательской инфраструктуры. В России, к сожалению, этого нет. Поэтому современные молодые люди, имеющие определенные ценностные установки и избравшие научную карьеру, получают на родине высшее, фундаментальное в своей основе, образование, а затем идут по проторенному их предшественниками пути – эмигрируют в страны, где изначально получают зарплату на «современном уровне», т.е. на два-три порядка выше, чем в родном отечестве. Перед молодыми людьми, которые не хотят эмигрировать, а их большинство, возникает проблема выбора. Многие из них, мечтавшие о научной карьере, вынуждены от нее отказаться (по данным ЦИСНа, мечтают о научной карьере 3% старшекурсников, идут в науку чуть меньше 1%). Потому что им предлагается зарплата, унижающая человеческое достоинство.

Такая же проблема стоит и перед молодыми потенциально талантливыми инженерами, администраторами, экономистами и другими специалистами. Сложившиеся на сегодняшний день уродливые социальные структуры не обеспечивают спроса на них, не давая им раскрыться, «калечат» эти таланты, вынуждают их в процессе адаптации некритически воспринимать, мягко говоря, в изобилии возникающие странные формы и нормы деятельности.

К Минобрнауки подключилось Министерство финансов РФ. Минфин умудрился создать барьеры и в вовлечении академических институтов в инновационный процесс. О каких инновациях может идти речь, когда наиболее активные, плодотворно работающие научные сотрудники академических институтов, дополнительно получающие деньги, например, по грантам, будут переведены на работу по трудовым соглашениям на определенные сроки с оплатой их труда из внебюджетных источников? Каков при этом будет их статус, останутся ли они сотрудниками академических институтов, на какие средства будут жить после завершения программы или работы по гранту? Вопросов больше, чем ответов.

Что нужно сделать, чтобы кардинально изменить ситуацию в сфере научной деятельности, резко повысить эффективность системы научных исследований? Для этого следует повысить оплату научного труда в России до уровня,

например, США. Однако авторы Программы модернизации финансирования академического сектора науки России установили предел в 12 тыс. долл. в год. Это годовой размер оплаты труда школьного учителя в США (так было 20 лет назад). Это считалось позором США. А для российских ученых такая зарплата, по убеждению высокопоставленных чиновников, – это благо, а не позор России. Достойное вознаграждение научного труда – это первое категорическое условие ликвидации «утечки умов», но этого недостаточно. Эта мера сократит «бегство умов» из страны, но полностью его не ликвидирует. Необходима продуманная программа ускоренного наращивания научно-образовательного потенциала страны. Начать ее реализацию можно и нужно уже сейчас, с нового бюджетного года, вместо бесконечных разговоров о реформах, с полной реконструкции научно-исследовательской инфраструктуры России, включая строительство необходимых для развития науки сложных сооружений типа ускорителей элементарных частиц и радиотелескопов и обеспечение в полном наборе научных лабораторий современными приборами и реактивами.

Второй факт. Очередной административно-бюрократический подход к решению сложных проблем научной деятельности – это приказ «Об утверждении видов, порядка и условий применения стимулирующих выплат, обеспечивающих повышение результативности деятельности научных работников и руководителей научных учреждений и научных работников научных центров Российской академии наук». Этот приказ от 3 ноября 2006 г. № 273 / № 745 / № 68 подписан руководителями Министерства образования и науки РФ, Министерства здравоохранения и социального развития РФ и Российской академии наук. Приказы, как известно, не обсуждают (кстати, это в армии не обсуждают, а в науке нет запретов на обсуждение), их принуждают выполнять. Этот документ по форме и по существу – грубое нарушение научной этики. Приказами эффективность (результативность) научных исследований повысить невозможно. Наоборот, результативность резко снизится. Потому что сотрудники академических институтов теперь будут заняты нетворческим трудом, а «игрой в баллы», придумывать способы, а их множество, увеличить количество баллов. Введение в действие приказа несовместимо с элементарными требованиями психологии научного твор-

чества. Авторы, составители приказа не подумали о том, что в познавательной деятельности интеллект, креативность, исследовательские способности составляют единство. Их взаимоотношения и взаимосвязь представляют чрезвычайно сложный психологический механизм. «Ведь те, кто придумывает стандарты оценки чужого интеллекта и творчества, имеют собственный, далеко не безупречный интеллект и отнюдь не безупречные представления о том, что такое творчество и как его измерить. Некритическое использование результатов их работы просто опасно» (8).

Все эти административно-бюрократические программы модернизации структуры, функций и механизмов финансирования академической науки и всевозможные разработки показателей результативности научной деятельности в конечном счете проявляются в качестве факторов разрушения творческих научных коллективов академических институтов, что ведет к стагнации в научной сфере в целом.

Констатацию негативных фактов о деятельности Минобрнауки РФ можно было бы продолжить, но в этом нет необходимости. Вышеприведенных фактов вполне достаточно, чтобы сделать вывод: деятельность Минобрнауки объективно направлена не на созидание, а на разрушение оставшейся части системы научных исследований в стране. Между министерством и РАН партнерство не достигнуто, установлен временный компромисс. Конфликты и напряженные отношения между наукой и властью по всем признакам будут продолжаться. Минобрнауки РФ является перманентным инициатором конфликтов между наукой и властью (9).

Вызывает удивление и недоумение пренебрежительное отношение к собственным решениям. «За прошедшие 15 лет ни один федеральный проект инновационного развития территорий не был доведен до конца, – говорит заместитель главного ученого секретаря РАН В. Иванов. – Начинается, например, работа по наукоградам, принимается закон, утверждаются программы, проходит даже заседание Совета при Президенте России по науке, технологиям и образованию, на котором рассматриваются механизмы дальнейшего развития наукоградов. И вдруг буквально через год после этого заседания данное направление “откладывается в сторону”, а приоритетом объявляются особые экономические зоны (ОЭЗ). С ними та же история: закон, программы, первые ша-

ги и опять остановка... Подробный анализ успехов и неудач наукоградов и ОЭЗ проведен не был: проекты просто бросались на полпути» (10). А ведь были получены прекрасные результаты, использовать которые можно было бы сейчас. Они могли бы дать значительный эффект. В настоящий момент все внимание переключается на Сколково. Но какая гарантия, что и с этим научным центром не повторится история наукоградов? Вопрос – без ответа. Покажет время. Нам остается только надеяться, что Сколково не будет брошено, как наукограды, – на полпути.

Такая непоследовательность и неуверенность в научной политике правительства, на наш взгляд, объясняется тем, что в России стихийно сформировалась организационная структура системы государственного управления, воспроизводящая коррумпированное чиновничество. Наблюдается стабильный рост численности сословия чиновников. С 1999 по 2008 г. число чиновников возросло вдвое и составляет 1,5 млн. человек (один чиновник на 100 человек населения) (11). Их место в современной России обусловлено тем, что они, особенно бюрократическая элита, получили доступ к огромным коррупционным доходам. Коррупционный рынок России сопоставим по размерам с федеральным бюджетом. А по ряду экспертных оценок, вдвое превышает бюджет (12). Этот фактор, как злой рок, тяготеет над всей системой государственного управления. Политическое руководство страны стремится переломить сложившуюся ситуацию, но все его попытки ни к чему не приводят. Кто кем управляет: правительство или сословие чиновников? Скорее всего, чиновники, используя коррупционно-олигархическую «систему» управления. Сословие чиновников и правительство, неспособное власть употребить, привели страну в тупик. Об этом свидетельствуют следующие факты: продолжительный спад и стагнация в экономике, неудачные попытки реформ науки и образования, деградация сельского хозяйства, а также промышленности и машиностроения; влачат жалкое существование культура и здравоохранение и т.д. Согласно международному рейтингу, «в 2009 г. по темпам экономического роста наша страна попала на 207-е место из 214, в борьбе с коррупцией оказалась на 147-й позиции из 180, по интегральному показателю благополучия в социальной сфере стала 131-й в списке

из 180 стран» (13). Комментарии излишни: по рейтингу Россия достигла предела падения.

Необходима принципиально новая система государственного управления наукой. В составе администрации президента РФ отдельного структурного звена, управления, которое специально занималось бы проблемами науки как единственной своей задачей, нет. Тогда как потребность в таком административном подразделении, и весьма острая, имеется. Нужна организационно-управленческая структура науки такого типа, которая бы обеспечивала:

- координацию научно-исследовательской деятельности, финансируемой из федерального бюджета;
- разработку эффективной и динамичной государственной научно-технической политики;
- подготовку для президента и правительственных ведомств экспертных рекомендаций по научно-техническим аспектам внутренней и внешней политики.

Такой круг обязанностей Министерству образования и науки РФ, как и его предшественникам, явно не по силам. Поиск новых организационных структур науки был весьма тернистым и в других странах. Об этом свидетельствует богатый опыт, например, США. Процесс институционализации научно-консультативной службы в Белом доме продолжался чрезвычайно долго. Фактически первым, кто заслуживал титула «специального помощника президента по науке и технике», был Ванневар Буш, назначенный президентом США Ф. Рузвельтом в самом начале Второй мировой войны руководителем Управления научных исследований и разработок. Затем последовали взлеты и падения научно-консультативной службы президента США, вплоть до ликвидации ее президентом Р. Никсоном. И только в 1976 г. президент Дж. Форд, придя к власти, решил возродить научно-консультативную службу в Белом доме, оформив ее законодательно. С этой целью в Конгресс был направлен законопроект о создании научно-консультативного аппарата Белого дома. В 1976 г. Конгресс принял закон о национальной научной и технической политике, о ее приоритетах и организации государственных органов по ее реализации. В соответствии с этим законом были учреждены Управление по научной и технической политике в аппарате исполнительной власти президента, Федеральный координационный совет по науке и технике и Президентский ко-

митет по науке и технике. Кстати, разногласия и напряженные отношения, которые перерастали в конфликты, между сообществом ученых США и президентской властью наблюдались в течение многих лет. Закон, принятый Конгрессом по инициативе Дж. Форда, содействовал процессу становления новых, партнерских взаимоотношений между наукой и властью.

Специфика научно-консультативной службы при президенте США состояла в том, что она изначально сочетала административные и консультативные функции. Идеи и предложения президентского комитета по науке и технике без ведомства-посредника принимались к исполнению административными структурами научно-консультативной службы. Именно в сочетании творческих и административных функций состояло гигантское преимущество новой структуры государственного управления научной деятельностью. Она была нова и необычна для всех чиновников государственного аппарата, они не могли смириться с тем, что принимались, минуя их, решения по науке. Поэтому институционализация этого новшества происходила около 30 лет.

Почему бы России не использовать опыт США для того, чтобы сократить (по сравнению с США) процесс институционализации Совета по науке, технологиям и образованию при президенте РФ (далее – Совет). Многие возразят: для России это не реально. А почему не реально? Мы можем использовать в первом десятилетии XXI в. опыт США прошлого века, если будем учитывать реальные, объективные факторы нашего времени и прежде всего постиндустриальную парадигму социально-экономического развития, которая диктует свои правила и законы. Конкретные проявления этой парадигмы: постиндустриальная хозяйственная система, сформированная в передовых странах мира; структурные реформы, проводимые разными правительствами с целью повышения уровня социально-экономического развития страны.

А теперь, с учетом вышеизложенных соображений, вернемся к нашей главной теме исследования. Первая попытка создания Совета по научно-технической политике при президенте РФ, предпринятая в 1995 г. по образу и подобию Научно-консультативной службы США, оказалась неудачной. Политическое руководство России решило возродить Совет, уточнив его название. 30 августа 2004 г., спустя 10 лет с мо-

мента первой попытки его основать, был подписан указ президента РФ, первый пункт которого гласит: «Преобразовать Совет при Президенте Российской Федерации по науке и образованию в Совет при Президенте Российской Федерации по науке, технологиям и образованию». Кстати, уточнение названия Совета неверно по существу; следовало бы оставить прежнее: Совет по науке и образованию. Это более чем достаточно для Совета. Технологии – это прерогатива промышленности. Принято Положение о Совете и утвержден его состав, сформирован президиум. Однако этого далеко недостаточно. В качестве форума для обсуждения проблем российской науки и образования с высшим руководством страны, когда последнее сочтет это необходимым, такой Совет может быть полезен. Но он является чисто консультативным, а не управляющим органом, не располагает какими-либо ресурсами и никакой прямой поддержки науке и образованию оказать не может.

Обновленный Совет следует рассматривать как этап в институциональном становлении эффективно действующей Научно-консультативной службы при президенте РФ. Наука – слишком серьезная сфера деятельности, чтобы ее развитие доверить какому-нибудь ведомству из ныне действующих в России. Главное назначение этой службы: научную политику должен определять президент страны, а не правительство в лице Минобрнауки и Министерства финансов РФ. Для этого нужно преобразовать ныне существующий Совет по науке, технологиям и образованию при президенте России, придав ему вместо консультативных властные функции и соответствующую ему же структуру по управлению и финансированию научно-образовательного потенциала страны. Во всех развитых странах, и в первую очередь в США, есть специальный помощник президента по науке с достаточно многочисленным и компетентным аппаратом (в РФ функцию этого аппарата могла бы выполнять РАН). Эти организации (учреждения) готовят решения по науке (а также проводят научную экспертизу по всем вопросам внутренней и внешней политики), с которыми президент выходит на Конгресс. Министерство же по науке в США и ряде других стран просто не существует.

Своеобразие государственной системы управления научной деятельностью в России состоит в том, что она раско-

лота на две несовместимые части. Одну из них олицетворяет Минобрнауки РФ, другую – РАН и РФФИ. Это раздвоение легко преодолеть, если наделить Совет по науке и образованию при президенте РФ властными функциями. Они (властные функции) придадут Совету новое качество, превратят его в высший эффективный административный орган по руководству научной деятельностью. В результате реструктуризации произойдут существенные преобразования в организационно-управленческой структуре науки: исчезнет Минобрнауки РФ, или оно обретет новые функции, получит автономию в качестве креативной корпорации РАН, расширятся функции РФФИ, а члены его Совета получают дополнительные полномочия. Российское сообщество ученых через своих представителей – членов Совета РФФИ – сможет проводить решения, представляющиеся целесообразными и независимыми от политических пристрастий правительства.

Одним из важнейших достижений Российского фонда фундаментальных исследований является создание системы независимой экспертизы. О том, что эта система утвердилась и довольно эффективно действует, свидетельствует успешная деятельность и других фондов поддержки науки. Можно сказать, что первый этап ее становления состоялся. Предстоит второй, самый сложный этап институционализации независимой экспертизы. Она должна стать необходимой составной частью процесса выработки обоснованных решений в самых разных областях жизни российского общества. Она должна заменить ныне действующую ведомственную экспертизу, малоэффективную в прошлые времена, приносящую в современных условиях гигантский вред российскому обществу. Начать процесс институционализации независимой экспертизы самой судьбой предназначено Российской академии наук по одной причине: РФФИ и Академия – креативные, родственные организации. Во всех исследовательских институтах РАН необходимо создать экспертные советы по образу и подобию действующих в РФФИ.

Заявки на исследовательские проекты экспертные советы должны принимать и рассматривать на основе конкурса сотрудников академических институтов и любых других авторов независимо от их места работы, ученых званий и прочих регалий. Конкурентность должна стать основным принципом поддержки исследовательского проекта. Большое число неза-

висимых и часто сменяемых экспертов – это самая эффективная мера защиты от вмешательства в научно-исследовательскую сферу научной бюрократии, а также от персональной и ведомственной пристрастности.

Нынешняя структура РАН в целом достигла таких размеров, что ее преобразование становится неизбежным. Так, Сибирское отделение РАН – явный претендент на статус Национального исследовательского центра, потому что оно уже фактически выполняет эту функцию. Безусловно, заслуживает статуса НИЦ Петербургский научный центр РАН. Между этими центрами, если их создадут, будет не конкуренция, а эффективное соперничество как проявление высшей формы сотрудничества.

Намерение создать таких центров как можно больше не всегда оправдано. По нашим оценкам, Россия в ближайшей перспективе больше пяти-шести НИЦ не может себе позволить: не хватит ни интеллектуальных, ни финансовых ресурсов.

Решительная поддержка Д.А. Медведевым суперкомпьютерной отрасли на Совете безопасности по времени (май-июнь 2009 г.) была оказана одновременно с подписанием Указа Президента РФ об учреждении Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России, которую – это весьма важно – он же и возглавил. Это не случайное совпадение, а факт, который свидетельствует о стратегическом мышлении президента. Он уловил один из стратегических факторов, перспективу развития науки: сеть суперкомпьютерных центров помноженная на уже обозначенные приоритетные направления модернизации российской экономики при всесторонней поддержке государства создаст в промышленности наукоемкую среду, породит множество исследовательских структур: лаборатории, отделы, центры, технологические институты, финансирование которых возьмут на себя наукоемкие корпорации.

Информационная экономика стала фактом, она отличается от традиционной принципиально новыми инвестиционными и производственными парадигмами. А именно к инвестициям следует относить и затраты на повышение творческого потенциала человеческой личности, на поддержание ее способности эффективно участвовать в общественном производстве, т.е. инвестиционными по своей природе являются затраты на образование, науку, здравоохранение, на любые

формы обучения и даже поддержание социальной стабильности в обществе. Наиболее важное проявление производственной парадигмы в социально-экономическом развитии страны – определение приоритетных направлений использования суперкомпьютерных и грид-технологий. Конкретная, но фундаментальная по своему характеру задача, решение которой будет означать прорыв в мир высоких технологий, – это создание единой киберинфраструктуры страны. Для решения этой стратегической задачи необходимо интенсивно развивать отечественную суперкомпьютерную отрасль на основе форсированного достаточного количества национальных суперкомпьютерных центров, объединенных высокоскоростными линиями связи в единую грид-систему. Почему необходимо создавать суперкомпьютерную сеть ускоренными темпами? Потому что у России на сегодняшний день отставание в готовности использовать суперкомпьютеры достаточно велико. Именно об этом говорил на заседании Совета безопасности президент РФ Д. Медведев, подчеркивая, что большинство изделий в России до сих пор проектируется на ватмане, а не в цифровом формате. А ведь суперкомпьютерное проектирование – это не просто более удобное средство разработки. Это единственный путь достижения конкурентоспособности и превосходства разрабатываемой продукции.

Необходимо подчеркнуть своевременность поставленных Д. Медведевым задач на заседании Совета безопасности – от их решения зависят успех и темпы развития суперкомпьютерной отрасли в России. Отметим, что совсем недавно (в мае 2009 г.), как свидетельствует Сергей Абрамов, директор Института программных систем РАН, в некоторых ведомствах обсуждался вопрос: а не удалить ли из наших приоритетных направлений развитие информационных технологий вообще и суперкомпьютерных технологий в частности? Вот каков уровень образованности наших чиновников!

России предстоит развивать суперкомпьютерные технологии и создавать множество национальных суперкомпьютерных центров, объединенных высокоскоростными линиями связи в единую грид-систему. Другими словами, создавать то, что во всех развитых странах называют государственной киберинфраструктурой, – киберинфраструктурой новой экономики, основанной на знаниях. Однако надо помнить, что государственная киберинфраструктура, если мы говорим о

создании экономики, ориентированной на знания, должна использоваться во всех отраслях экономики. Без исключения. Нами использовано интервью Сергея Абрамова, крупнейшего специалиста по киберсупертехнологиям, для того чтобы показать, насколько сложные задачи предстоит решать России в ближайшие годы (14). Существующие системы науки и образования давно нуждаются в реформировании. Нужна научно обоснованная концепция реформ соответствующих систем и науки и образования. При разработке такой концепции необходимо ориентироваться не на Запад, а на передний край научных исследований, а таковыми являются исследования на уровне единой атомарной материи. Прежде чем проводить реформы, необходимо создать под них инфраструктуру. Она позволит повысить качество реформ, избежать ошибок и просчетов при их проведении. Такой инфраструктурой должна стать единая киберинфраструктура страны.

Основная мысль, неоднократно повторяемая и подчеркиваемая в нашем исследовании, — это становление нового, междисциплинарного, этапа в развитии науки. Это не случайно. Междисциплинарные исследования открывают неограниченный простор и перспективу для научного поиска, способствуют консолидации научно-образовательного потенциала. Можно утверждать, что в развитии науки наступил новый этап — этап междисциплинарных исследований. Термин, ставший названием этого этапа, появился в России в 60-е годы прошлого века. А в 1980 г. вышла в свет первая серьезная монография по междисциплинарным исследованиям и дисциплинарной организации науки (15). Потребовалось почти полвека, чтобы этот термин был признан в качестве названия явления, имеющего эпохальное значение. Это есть проявление в растянутом во времени императивного характера парадигмы, так как она отражает тенденции, закономерности развития общества вообще и научно-образовательного прорыва в будущее в частности.

Конкретная фундаментальная проблема нашего исследования — это процесс становления постиндустриальной хозяйственной системы в России. Каковы перспективы формирования этой системы? Можно сказать, что они (перспективы) научно обоснованы. Заявление М.В. Ковальчука о том, что НБИК-Центр — не только эффективно работающая исследовательская организационная структура, но и «прообраз серийных

заводов нового поколения, модель для отработки будущего технологического уклада», свидетельствует о многом. Прежде всего им фактически поставлена сверхзадача, решение которой приведет к формированию в России принципиально новой технологической инфраструктуры, – это будет инфраструктура грядущего глобального гражданского общества, технологический базис новой цивилизации.

Эта перспектива глобализации, хотя и не столь близкая, не может не воспитать, рано или поздно, и глобальную ментальность. Располагая такой технологической инфраструктурой, Россия свободно впишется в глобальное гражданское общество. Путь в это общество одинаково тернистый как для России, так и для других стран. Об этом свидетельствует мировое социально-экономическое пространство, на котором по разным причинам наблюдаются явления турбулентного характера. Так, в результате общественных трансформаций появился «турбулентный капитализм», неуправляемый характер которого затягивает мир в «турбулентную тряску». Это своеобразная реакция общественного запроса на глобальное гражданское общество. Совсем другая причина турбулентности, когда политическое руководство России в 90-е годы, бездарно утратив контроль над криминальной, а точнее, бандитской приватизацией, ввергло страну в турбулентно-катастрофическое состояние, в результате которого она (страна) пережила трагедию, по жертвам и материально-финансовым потерям сопоставимую с потерями в Великой Отечественной войне. Из турбулентного состояния страна до сих пор не может выбраться.

Дополнение к сказанному – небольшой экскурс о противоречивости развития общества. Страны, сумевшие сформировать постиндустриальную хозяйственную систему, достигли принципиально новых результатов. Они создали мощный научно-образовательный потенциал и на его основе построили наукоемкую, высокотехнологическую модель экономического развития, решили многие социальные проблемы, избавили экономику от циклических кризисов и т.д. На основе этих успехов среди идеологов научно-технического прогресса сформировалось состояние эйфории, породившее заманчивые и многообещающие перспективы.

Но десятилетия бурного развития информационных технологий не прошли бесследно. Достаточно скоро произошло

осознание того факта, что информатизация обладает как положительными, так и негативными аспектами, что информационные технологии (ИТ) можно использовать не только во благо, но и во вред людям, что они многократно усиливают многие ранее существовавшие риски, а также создают новые, с которыми человечеству не приходилось сталкиваться, потенциально не менее разрушительные, чем прежние.

«Развитие ИТ, нанотехнологий, генной инженерии – все эти и множество других граней научно-технического прогресса облегчают людям жизнь, позволяют глубже понять природу, но в то же время чреваты новыми опасностями и бедами. Это – объективная закономерность общественного развития, замкнутый круг, разорвать который ни в обозримом, ни в сколько угодно далеком будущем вряд ли станет возможным» (16). К такому выводу авторы данной монографии пришли в 2005 г. К сожалению, прогноз очень скоро, неожиданно для авторов, подтвердился. В 2008 г. неожиданно возник мировой финансово-экономический кризис.

Процесс социально-экономической глобализации, научно зафиксированный в 1990-е годы, выглядит «неприкаянной» реальностью. Глобализация зафиксирована феноменально, эмпирически, но не удостоверена теоретически, так как никто не знает точно, что это такое. Так было. Теперь, в пределах определенного исторического периода, Россия, решая свою сверхзадачу, снимает тем самым «неприкаянную» реальность с глобализации. Она обретает научное обоснование. Развитие конвергентных нано-, инфо-, био-когнитивных технологий приведет к формированию научно обоснованной технологической инфраструктуры грядущего глобального гражданского общества. Вот оно-то и явится основой качественно новой цивилизации. Эта перспектива глобализации, хотя и не столь близкая (должно смениться по крайней мере одно-два поколения, чтобы глобальный порядок был принят ментально как нечто само собой разумеющееся), не может не воспитать, рано или поздно, и глобальную ментальность. Между тем научное осмысление социально-экономической глобализации находится в плену традиционных и устаревших представлений, с которыми человечеству очень трудно расстаться. Поневоле вспомнишь изречение А. Тойнби о том, что общество, ориентированное на традиции, обречено на гибель, ориентированное на сегодняшний день – на застой,

и лишь общество, ориентированное на будущее, способно к развитию (17).

Современный кризис высветил главные задачи, решение которых связано с ближайшим будущим России. Глобальная экономика, по всем признакам, в 2010 г. начала выходить из мирового финансово-экономического кризиса благодаря усилиям тех стран, которые оперативно приняли эффективные антикризисные меры. К сожалению, Россия не в числе этих стран. Только в 2010 г. она ввела «лучшую антикризисную меру, апробированную чуть ли не во всем мире». На принятие мер потеряно по сравнению с Казахстаном почти три года – эти годы стали роковыми: перечеркнута разработка «Стратегии 2020», российское экономическое чудо в намеченное время не состоится, его «сотворение» приходится перенести лет на 25, а может быть, и больше. Возникает вопрос: почему антикризисные меры правительства России оказались малоэффективными? Ответить на него нас вынуждает логика нашего исследования: вхождение России в ближайшей перспективе в активный процесс глобализации социально-экономического развития. Оно (вхождение) выступает как безусловная необходимость не только для России, но и для других стран. На этом этапе на мировом социально-экономическом пространстве могут возникнуть – и это бесспорно – ситуации неизмеримо более сложные, чем нынешний кризис. К ним нужно быть готовыми, а для этого необходимо выяснить главную причину малоэффективности антикризисных мер российского правительства. На наш взгляд, главная причина состоит в том, что Минфин РФ проводит стратегически ошибочную финансовую общегосударственную политику, основой которой является бюджет стабилизации, а не бюджет развития. Каким образом был допущен такой стратегический просчет?

В свое время, в 2005 г. или годом раньше, академик Д.С. Львов предложил разработать бюджет развития. Но правительство его отвергло и предпочло бюджет стабилизации. Время показало, что правительство тогда допустило, повторим, стратегический просчет. Термин «стабилизация» применительно к бюджету не совсем корректен. Что и как через бюджет стабилизировать – непонятно. Министерству финансов остается только один выход: копить деньги для бюджета, приобретать ценные бумаги без необходимости, создавать фонды

без какой-либо надобности. В итоге сформировалась сложная и неэффективная структура финансирования страны. Постепенно, в течение продолжительного времени, стремление Минфина копить превратилось в одержимость к накопительству. Она проявляется в разных формах. Одна из них состоит в том, что правительство в лице Минфина постоянно вносит поправки в бюджетный кодекс, суть которых сводится к тому, что принцип подведомственности расходов (невозможность финансирования из нескольких источников) распространяется на все структуры, имеющие бюджетную поддержку. Другими словами, это означает изъятие доходов от платных услуг, ограничение или запрещение на получение грантов и субсидий. Другая форма одержимости к накоплениям (это уму непостижимо) – Россия копила финансовые резервы «за счет принципиального отказа от модернизации» (18).

Дело в том, что бюджет такого рода, приобретая силу закона, превращается в мощный фактор разрушения всей хозяйственной системы страны. Стабилизация, неважно в какой сфере деятельности, без проявления каких-либо признаков к развитию всегда, как свидетельствует исторический опыт, приводит к разрушительным последствиям. Например, Леонид Брежнев, будучи Генеральным секретарем ЦК КПСС, ради стабилизации в стране «спустил на тормозах» попытку Алексея Косыгина, Председателя Совета министров, провести хозяйственную (экономическую) реформу. Стабилизация по Л. Брежневу стала преддверием распада Советского Союза. Поэтому только стабилизация, которая гарантирует развитие, заслуживает поддержки. Об этом свидетельствует и опыт зарубежных стран. Стабилизацию следует рассматривать как момент развития, а не как цель.

Бюджет стабилизации вынудил Кудрина, министра финансов РФ, создать стабилизационный фонд – это его уродливое детище. Правительство было не в состоянии направлять мощный поток нефтедолларов в экономику. Для этого нужен иной бюджет – бюджет развития, а не стабилизации. Минфин создал стабфонд. Надежды, возложенные на него правительством – быть «палочкой-выручалочкой» в масштабе страны, – оказались несбыточными. Фонд стал выполнять функцию финансовой структуры, сформировавшейся в годы правления Л. Брежнева, по «перекачке» денег тогда в военно-промышленный комплекс, а теперь, по неоднократным заявлениям

министра финансов РФ, чтобы избежать инфляции, их разместили в иностранных банках. Одновременно с этим создали Фонд национального благосостояния и Резервный фонд. Но они никакого влияния на развитие экономики не оказывают, они превратились в фонды-рантье. Все эти акции настолько абсурдны, что не заслуживают даже понимания. Конечный результат один и тот же – изъятие из обращения денег во всех отраслях, имеющих бюджетное финансирование.

Турбулентное состояние экономической и политической жизни достигло такой степени, что правительство утратило стратегическую перспективу социально-экономического развития страны. Потребовался мировой финансово-экономический кризис, чтобы осознать: модернизация всей хозяйственной системы России – это становой хребет формирования постиндустриальной хозяйственной системы. Она необходима не только для повышения жизненного уровня населения, но и для того, чтобы вписаться в мировой процесс социально-экономической глобализации.

Мы рассмотрели некоторые, весьма существенные, разрушительные последствия бюджета стабилизации. Самый кардинальный способ избежать их повторения – это разработать и принять вместо него бюджет развития, в котором четко прописать отдельными строками основные приоритеты социально-экономического развития России. Бюджет развития – самый эффективный механизм защиты общества от пристрастий и произвола правительства в лице его многочисленных ведомств.

Одним из самых главных приоритетов такого бюджета должно стать всемерное финансирование, направленное на формирование современного научно-образовательного потенциала, так как он содержит в себе широкий спектр реальных возможностей, на основе которых можно будет в ближайшей перспективе создать систему высокотехнологического развития всей страны. В какой мере и в какие сроки эти возможности будут реализованы – это зависит от интеллектуального и профессионального потенциалов российского правительства.

4.3. Система образования – стратегический фактор развития науки

Наука и образование органично взаимосвязаны, более того, не могут существовать друг без друга. Изначально Российская академия наук представляла собой сообщество, члены которого составляли научную элиту общества, будучи носителями культуры и образованности. Это было возможно до тех пор, пока дисциплинарно-академический тип научной деятельности в Академии наук и в высшей школе соблюдался в полной мере. Этот тип деятельности представляет собой органическое соединение в одном лице двух видов деятельности: исследовательской, требующей от профессора-исследователя новых научных результатов, и академической, когда от профессора-преподавателя требуется передать новому научному поколению свои исследовательские результаты и другие профессиональные навыки. Дисциплинарно-академическая структура неизбежно формирует в человеке, посвятившем себя этому роду деятельности, качества исследователя, учителя (педагога), теоретика и историка в пределах своей дисциплинарной деятельности. В процессе институционализации принципа «исследование для обучения и обучение для исследования» сформировалось завершающее звено подготовки научных кадров – институт личной школы, который постепенно (в разных странах разными путями) оформляется в институт аспирантуры.

Дисциплинарно-академическая структура обеспечивает необходимое условие прогресса и науки и образования. Нравственный и творческий климат здесь создают выдающиеся ученые. Так было. Однако постепенно под давлением административно-бюрократической системы управления, утвердившейся в России советского периода, произошла деформация дисциплинарно-академической структуры научной деятельности, расчленение ее единого целого на две части – «исследование без обучения» (Академия наук) и «обучение без исследования» (высшая школа), – между которыми воздвигли непреодолимые ведомственные барьеры, которые сохранились до сих пор. Контакты между ними возможны были только с санкции околонучной бюрократии. В конечном итоге Академия наук, как и высшая школа, утратив все цен-

ное, что имел дисциплинарно-академический тип научной деятельности, превратились в ведомства, а их научные сотрудники и профессорско-преподавательский состав – в государственных служащих. «Исследования без обучения» приобретают узкоспециализированный характер, и, как следствие этого, многие представители академического сообщества утрачивают способность широко теоретически мыслить. «Обучение без исследования» приводит к резкому снижению профессионального уровня учебного процесса, потому что происходит духовная и профессиональная деградация института профессуры. Безликие, малосодержательные лекции становятся нормой. В конечном итоге система образования вошла в кризис.

«Образование, которое мы можем потерять». Кризис среднего образования мы «сотворили» собственными руками. Советская система образования считалась одной из лучших в мире. Это вынуждены были признать США и страны Западной Европы после запуска в СССР первого спутника Земли. США провели тщательное изучение причин впечатляющего успеха Советского Союза в освоении космоса и пришли к выводу, что проиграли русским соревнование в космосе прежде всего «за школьной партой». Осознав свое поражение, США отреагировали решительно и быстро, выделив крупные финансовые ресурсы на улучшение всей «цепочки» – от средних школ до университетов и государственных научных центров. Тогда как политическое руководство СССР от успехов в космосе утратило чувство политической и экономической реальности, позднее последовал распад СССР, приведший к десятилетиям великого разгула организованной преступности, коррупции и криминала. Все эти годы российским правительствам было не до образования.

Вместо того чтобы сохранить советскую систему школьного образования, провести ее адаптацию к новым условиям, чиновники-реформаторы придумали единый государственный экзамен (ЕГЭ). Так называемая модернизация среднего образования, которую сегодня проводят под знаком аббревиатуры ЕГЭ, ликвидирует многие из его (образования) положительных сторон, сохранившихся с прошлых лет. Вместе с тем больше обсуждаются формы организации образования, чем его содержание. Протесты школьных преподавателей чиновники министерства просто игнорируют.

Какие главные цели перехода к ЕГЭ? *Первая* декларируемая цель – облегчение жизни выпускников школы (вместо выпускных и затем вступительных экзаменов они должны сдавать только один ЕГЭ). Цель не достигнута, вернулись к двухэтапным экзаменам. Кроме ЕГЭ дополнительно ввели два обязательных экзамена: контрольную работу по математике и сочинение по литературе (точнее, три этапа – большинство вузов будут проводить дополнительные к ЕГЭ испытания). *Вторая* цель – уравнивание школьников, живущих в различных регионах страны, в правах (сдав ЕГЭ, школьник из маленького далекого села сможет поступить, например, в МГУ). Цель вряд ли осуществима. Кроме сдачи ЕГЭ, он должен еще иметь достаточно денег для того, чтобы доехать до МГУ, и тем более – для того чтобы там учиться. *Третья* и, по словам идеологов ЕГЭ, самая важная цель – это борьба с коррупцией в системе образования: так как ЕГЭ сдают на «чужой территории», в обезличенной форме, договориться с учителем и получить завышенную оценку будет невозможно, а в вузе отбор будет идти по принципу рейтинга – у кого больше баллов, тот и поступает. Цель не состоятельна, и вызывает большое сомнение ее реализация по другой причине. Борьбу с коррупцией необходимо вести во всех сферах деятельности, но начинать ее следует не с системы образования, а с коррупции чиновников, прочно обосновавшихся в государственном аппарате. Ликвидировать ее в системе образования не составит труда, когда власть уничтожит коррупцию в системе государственного управления.

Итак, цели перехода к ЕГЭ носят декларативный характер, не имеют научного обоснования. Поэтому анализировать «ЕГЭ и содержание образования» бессмысленно. Попытки использовать опыт зарубежных стран в качестве аргумента в пользу ЕГЭ вообще не состоятельны, потому что во всех цивилизованных странах в ближайшей перспективе грядут реформы существующих систем научных исследований и образования.

Напомним, что США проиграли русским соревнование в космосе прежде всего «за школьной партией». Об этом историческом факте надо помнить. И делать выводы для себя. В настоящее время идет соревнование за создание современного научно-образовательного потенциала. Оно по значимости не уступает соревнованию в космосе. Теперь Россия мо-

жет проиграть «за школьной партой» свое будущее – стать страной высоких технологий.

Единый государственный экзамен, ставший обязательным для выпускников всех школ, следует рассматривать как временный и весьма неудачный эксперимент. ЕГЭ – это скрытый механизм, конечный результат действия которого приведет к деградации всей образовательной системы. В ближайшей перспективе правительство России будет вынуждено признать свой стратегический просчет и, будем надеяться, поступит решительно и быстро, как США, осознав свое поражение в космосе, и выделит крупные финансовые средства на улучшение деятельности всей «цепочки» – от средних школ до университетов и государственных научных центров.

В течение более 20 лет существующие системы образования и науки, как в России, так и в зарубежных странах, находятся в тупике. Традиционные университеты не в состоянии подготовить специалистов, отвечающим запросам рынка высоких технологий. Поэтому стали появляться корпоративные университеты – это вузы нового типа, ставшие важнейшим инновационным *фактором* подготовки кадров, обновления и дополнения традиционных образовательных структур. Корпоративные университеты занимаются образованием, профессиональной подготовкой и переподготовкой кадров в соответствии с конкретными потребностями компаний. В настоящий момент только в США 100 корпоративных университетов. По данным американской консультативной группы, занимающейся проблемами корпоративных университетов, за последние 15 лет их число в мире увеличилось с 400 до 2 тыс., а к концу следующего десятилетия может превысить 3,7 тыс. (19).

За годы своего существования многие корпоративные университеты в США превратились в громадные многонациональные учебные заведения с многочисленными студенческими городками, осуществляющие дорогостоящие учебные программы и научные исследования, включая создание программ по подготовке кадров для инновационного обучения персонала.

Чем вызвано появление корпоративных университетов? Тем, что традиционные университеты, большинство из которых являются исследовательскими, крайне медленно, с точки зрения руководства корпораций, реагируют на запросы рын-

ка. К тому же еще часты случаи сопротивления внедрению новых систем обучения, таких как ускоренные и модульные курсы, вечернее образование и занятия по выходным, так же как использование техники дистанционного обучения. Кроме того, еще одно обстоятельство не позволяет традиционным исследовательским университетам активно адаптироваться к изменениям – это их консерватизм, направленный на защиту возможности проводить фундаментальные исследования – их главного предназначения.

Учитывая это обстоятельство, многие корпорации, стремясь преодолеть изоляционизм в подготовке кадров для своих нужд, устанавливают партнерские отношения с традиционными университетами. Так, в США 12 ведущих корпораций совместно с 15 университетами, объединенными в Ассоциацию непрерывного инженерного обучения, создали новый тип учебного заведения – Национальный технологический университет. Формирование корпоративных университетов происходит и в других странах, в том числе и в России. Этот процесс приобретает международный характер.

Усиление конкуренции со стороны альтернативных учебных заведений и образовательных систем заставляет традиционные высшие учебные заведения по-новому оценивать свои конкурентные возможности в борьбе за учащихся на формирующемся в настоящее время мировом рынке образовательных услуг.

Корпоративные университеты – это одна из организационных форм обучения, направленная на преодоление узкой специализации традиционных университетов и на утверждение принципа междисциплинарности в системе образования. Поиск новых, междисциплинарных организационных структур науки и образования наблюдается во всех цивилизованных странах, в том числе и в России. Мы уже говорили об опыте междисциплинарной подготовки кадров в РНЦ «Курчатовский институт». Представляет большой интерес и опыт других вузов. Так, программа по физике наносистем МГУ состоит из блоков, которые включают в себя фундаментальные аспекты нанотехнологий и наносистем, физические и химические методы их создания и исследования. В основе программы – физика, но выпускники будут свободно ориентироваться и в химических и биологических подходах к анализу и синтезу на микроуровне. Окончив обучение, они ста-

нут высококонкурентными специалистами междисциплинарного типа. Подобная структура в МГУ – факультет наук о материалах – изначально была задумана как междисциплинарная. По аналогии с этим факультетом был создан факультет биоинженерии и биоинформатики. Важным событием в обеспечении междисциплинарности образования стало создание в МГУ Научно-образовательного центра (НОЦ) по нанотехнологиям. Сейчас в рамках НОЦ в МГУ читается общий курс лекций «фундаментальные основы нанотехнологий» для третьекурсников естественно-научных факультетов. По итогам этой работы будут отобраны студенты для обучения на четвертом и пятом курсах по трем межфакультетским специальностям. В настоящий момент (четвертый квартал 2009 г.) подготовку специалистов в области суперкомпьютерных технологий в МГУ ведут четыре факультета и научно-исследовательский вычислительный центр.

По поручению президента РФ МГУ разворачивает программу подготовки специалистов для работы с суперкомпьютерными технологиями – проект «Кадровое обеспечение суперкомпьютерных технологий». Его назначение – формирование национальной системы подготовки кадров для суперкомпьютерных технологий. В связи с этим многообещающим фактором является создание в декабре 2008 г. суперкомпьютерного консорциума университетов России. Его соучредители – МГУ им. М.В. Ломоносова, ННГУ им. Н.И. Лобачевского, Томский и Южно-Уральский университеты. Консорциум открыт для всех желающих включиться в работу: на сегодня он объединяет 20 университетов, и кроме них в его состав в качестве ассоциированных членов вошли академические институты и коммерческие компании (20).

Цель создания консорциума – эффективное использование имеющегося потенциала высшей школы для развития и внедрения суперкомпьютерных технологий в российском образовании, науке и экономике.

Университеты, работающие по «схеме «4 + 2» (четыре года обучения – бакалавриат и два года – магистратура), могут сохранить или обрести статус престижного учебного заведения, если создадут междисциплинарную магистратуру. Не следует забывать, что бакалавриат и магистратура – организационная образовательная структура прошлых веков. Она порождена эпохой узкой специализации научных исследований.

В настоящий исторический момент глобального социально-экономического развития на первый план выходит подготовка квалифицированных кадров принципиально нового типа, владеющих не одной, а несколькими специальностями. Это безусловное требование парадигмы современного научно-технического развития.

4.4. Философское эссе по результатам исследования

Попытки интегрировать, получить качественно новое знание методом компьютерного моделирования исследовательских результатов, полученных при узкой специализации, обретают особую социально-философскую значимость. Дело в том, что наука с ее тенденцией междисциплинарного сотрудничества моделирует глобальное информационное общество – прообраз глобального гражданского общества, и это сходство только усиливается с появлением и наращиванием в современной реальной действительности киберинфраструктур. Так, в глобальном информационном обществе центральную роль играет компьютерная коммуникация – язык в виде компьютерной коммуникации. Она (компьютерная коммуникация) уже повлияла на национальные языки, которые в той степени, в какой они вовлечены в глобальное информационное общество, приобретают мобильность, лаконичность и новую тональность, формируя феномен глобального компьютерного сообщества, где складывается некое новое взаимопонимание.

Подобным образом в современной науке постепенно, пока еще в скрытом виде, формируется междисциплинарное сообщество, вырабатывающее свой язык, – новый язык научной коммуникации, способствующий преодолению профессиональных языков, порожденных узкой специализацией, и достижению взаимопонимания участниками междисциплинарного сотрудничества.

Важнейшая особенность коммуникации – не только в науке, но и в человеческой культуре вообще – состоит в том, что ее эвристика в смысле возникновения цепочки взаимопонимания, нового понимания, нового знания может проявиться лишь тогда, когда коммуникация не разовая, но пролонгированная во времени, когда она представляет процесс, последовательность коммуникаций. Собственно, так и орга-

низована социальная коммуникация, о которой мы обычно не задумываемся, участвуя в ней ежедневно. Разовая коммуникация ничего не прояснит для ее участников, не сдвинет их взаимопонимание с места – каждый участник просто не успеет прийти к взаимопониманию, останется при своем понимании, и развитие не состоится. Общество, где коммуникация подавляется или каким-то образом ограничивается, начинает пробуксовывать в развитии, не накапливая нового intersubъективного знания и тем самым угрожая собственному самосохранению. Поэтому общество из инстинкта самосохранения стремится к расширению и демократизации коммуникации как фундаментального механизма своего развития через рост взаимопонимания, т.е. рост intersubъективного знания. Несвободная же, ограниченная коммуникация – это разобщение людей, которые испытывают дефицит креативного intersubъективного смыслового поля.

Поэтому современные процессы информационной глобализации фундаментально позитивны, поскольку беспрецедентно облегчают коммуникацию и, следовательно, должны вести к росту взаимопонимания – intersubъективного смыслового поля в глобальном масштабе, создавая небывалый импульс к развитию. Институт науки – не просто часть, но модель общества, подверженная всем структурным перестройкам общества, в том числе структурной перестройке, связанной с процессами информационной глобализации. Междисциплинарная коммуникация в современной науке – это адекватный ответ на информационную глобализацию, ответ в виде профессиональной коммуникации, опирающейся на компьютерное моделирование исследовательских процедур. Притом что коммуникация в социальной системе «наука» всегда играла такую же фундаментально важную роль, как и в системе «общество», – просто до компьютерных технологий междисциплинарное исследовательское поле создавала математика, которая обслуживала коммуникацию в науке вообще и междисциплинарную коммуникацию в частности. Наука – по крайней мере, когда она стала институтом, – всегда продвигалась коммуникацией, причем коммуникацией глобальной, настоящая наука всегда была мировой наукой. Научные результаты только тогда чего-нибудь стоят, когда они признаны мировым научным сообществом, проходят экспертизу в мировой коммуникации ученых. Подобная

обычная в науке экспертиза облегчена тем, что, как правило, эксперты представляют ту область знания, в которой получены подлежащие экспертизе результаты, и все эксперты, разделяя единый общепризнанный объем знания, не затрудняются в понимании оцениваемого исследовательского проекта. Иное дело, когда экспертная коммуникация происходит в междисциплинарной области: тогда каждый участник коммуникации обладает лишь частичным знанием в ходе исследования, знанием своей части работы. В этой ситуации требуется уже прямая и систематическая коммуникация, с тем чтобы непосредственно обмениваться информацией для выстраиваемого в рабочем порядке интерсубъективного смыслового поля, которого в данном случае нет. Это интерсубъективное смысловое поле выстраивается всякий раз заново, под конкретный проект – оно неповторимо и потому креативно, его появление и развитие есть одновременный рост и взаимопонимания, и нового знания.

Глава пятая

СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕНЫ ПАРАДИГМАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА СФЕРЫ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Грань между фундаментальными и прикладными исследованиями и разработками (ИР) не является четким, непроходимым барьером, и это в одинаковой мере относится как к естественным, так и к общественным и гуманитарным дисциплинам. В любом случае используются экспертные оценки, опирающиеся на содержательные критерии, учитывающие масштабность, новизну, значимость исследуемых явлений и закономерностей, прочие параметры, позволяющие отнести конкретную работу к категории прикладных или фундаментальных. Среди оценочных параметров может фигурировать и уровень междисциплинарности, «наведение мостов» между естественными и гуманитарными дисциплинами, а также между фундаментальными и прикладными исследованиями, хотя в число фундаментальных обществоведческих проектов вполне могут попасть и те, что прямо такую задачу не ставят.

5.1. Сближение фундаментальных и прикладных исследований

Наряду с трансформациями, происходящими в дисциплинарном спектре, нарушается и традиционное деление науки по видам исследований на фундаментальную и прикладную. В целом ряде дисциплин граница между ними оказывается размытой, фундаментальные исследования обретают вполне

конкретные цели, а в ходе прикладных приходится решать серьезные фундаментальные задачи. Исследования ради абстрактной цели поиска истины остаются в прошлом, когда наука была не ведущей составляющей системы производительных сил, каковой она является сегодня, а уделом далеких от жизни малочисленных обитателей башен из слоновой кости. Наука нашего времени обходится обществу очень дорого, требует больших капиталовложений, и общество идет на крупные затраты, будучи уверено, что если не сегодня, то завтра они окупятся повышением качества жизни в самом широком смысле этого слова. Даже такая, казалось бы, далекая от повседневной жизни наука, как астрономия, по мере освоения человеком космического пространства обретает практическую составляющую и активно развивается – во многом благодаря выводу оптических, а также работающих в радиодиапазоне, в инфракрасном спектре или спектре гамма излучения телескопов за пределы земной атмосферы на околоземной орбите.

Примерами областей исследований, в которых фундаментальная и прикладная наука практически слились воедино, могут служить генетика и ряд других отраслей биологии, кибернетика, создание новейших интегральных схем и архитектур суперкомпьютеров, программное обеспечение решения сложных проблем, вычислительное моделирование, климатология, материаловедение, физика элементарных частиц; нанонауки и нанотехнологии.

5.2. Наука и технология

Параллельно сближению фундаментальных и прикладных исследований развивается и очень близкий по содержанию, но не идентичный процесс «сращивания» науки и технологии. Корни его при желании можно проследить очень глубоко в истории цивилизации. Многие технологии не обходились без науки (математики, астрономии, элементарного материаловедения) со времен египетских пирамид и прочих сложнейших сооружений древности, с момента появления осадных орудий, технологически неэлементарных средств вооружения. Важным этапом на пути наукофикации технологий стала интеграция науки и производства, начавшаяся в середине XIX столетия. С момента появления первых про-

мышленных исследовательских лабораторий научная работа, получение новых знаний стали необходимым этапом производственного процесса, предшествующим технологическим разработкам. Вечный спор о том, что появилось раньше, яйцо или курица, был бесповоротно решен в пользу науки.

Новый качественный шаг к сближению связан с появлением уже в наше время, во второй половине XX в., так называемых наукоемких технологий, которые подробно рассмотрены в разделе 1.2. Дополнительно подчеркнем, что само название это возникло потому, что исследовательская работа со всеми особенностями, присущими ей в сфере науки, оказалась органически вплетенной в технологический процесс. Можно говорить о технологизации науки или наукофикации технологии, суть от этого не меняется, научные знания и научный подход в наукоемких отраслях хозяйства необходимы с первого и до последнего шага инновационного цикла, они охватывают его полностью, сверху донизу и с начала и до конца, от постановки управленческой задачи и организации работ до маркетинговых исследований и сбыта новой продукции. Научная составляющая производственного процесса в широком понимании этого термина является самой дорогостоящей, и в себестоимости наукоемкой продукции доля расходов на исследования и разработки гораздо выше, чем в других, еще не наукофицированных отраслях. Правда, таких остается все меньше и меньше во всех областях жизни общества.

5.3. О коммерциализации науки и инновациях

Обострение конкуренции на мировом рынке наукоемких технологий и изделий обусловило еще одну особенность ПНТР – повышенное внимание к результативности исследований, под которой понимается получение пригодных для коммерческого использования результатов либо непосредственно в виде макетов, которые после конструкторской, дизайнерской и технологической доработки можно выводить на рынок, либо в форме новых процессов или просто идей, на базе которых можно создавать перспективные в коммерческом плане новшества. В этой связи в лексикон науки и экономики довольно шумно вторглись термин «инновации» и

производные от него – инновационная экономика, инновационная политика, технология и т.п.

Инновация суть изобретение, новинка, доведенная до рыночного товара. Какого-либо свойственного только нашему времени содержания в этом процессе нет, он имел место во все времена. Но потребность в инновациях сегодня настоятельнее, чем ранее, а возможны они главным образом на базе научных исследований, так сказать, «вненаучные» значительные изобретения ныне крайне редки. Основой всех инноваций была и остается фундаментальная наука, инновационный цикл именно с нее и начинается, ее открытия через какое-то время оборачиваются целым каскадом коммерческих инноваций. Американский социолог В. Бонвиллиан, обсуждая эту проблему, пишет: «Откуда появилась каскадная форма инноваций, где ее корни? Строительные блоки, по которым льется нынешний каскад, созданы фундаментальной наукой 20–30 лет назад» (1, с. 31).

Правда, сегодняшняя волна коммерциализации все же затронула и фундаментальную науку. Появились так называемые «целевые фундаментальные ИР» – нечто среднее между чисто фундаментальными и прикладными. Иногда их называют «ориентированными фундаментальными». Источники, финансирующие фундаментальную науку, будь то государство или частный сектор, заинтересованы в отдаче. Государство впервые за время своих связей с наукой конкретно и довольно жестко ставит перед ней задачу прямого, непосредственного содействия экономическому росту. Создавая условия для развития науки, государство ждет и требует от нее инноваций, которые вели бы к ощутимым экономическим результатам, к росту ВВП, повышению конкурентоспособности на мировом рынке, расширению национальной доли этого рынка и, соответственно, росту благосостояния населения, совершенствованию всей социальной сферы. Один только пример. Буквально через несколько месяцев после инаугурации президента США Клинтона появился официальный документ Белого дома, названный «Технологический и экономический рост Америки: новое направление экономической мощи», где на первой же странице провозглашалось: «Традиционная роль федерального правительства в развитии технологии ограничивалась поддержкой фундаментальной науки и целевых исследований Министерства обороны, НАСА и других ве-

домств. Такая стратегия была правильной для предыдущего поколения, но она не соответствует требованиям сегодняшнего дня. Мы не можем просто полагаться на благотворное восприятие частным сектором военных технологий. Мы должны прямо ставить перед собой такие цели, помогая частным фирмам развивать инновации и получать от них прибыли» (1, с. 38).

Ассортимент на рынке наукоемкой продукции меняется чуть ли не каждый год. Коммерческие мотивы прикладной науки, ориентированность части фундаментальных ИР – все это является еще одной особенностью современной ПНТР.

5.4. О технической оснащенности современной науки

Наконец, перечисляя крупные перемены, происходящие внутри сферы науки, нельзя не отметить колоссальный рывок в ее техническом оснащении. Новейшие приборы, аппараты и инструменты позволяют производить исследования на качественно новом по сравнению, допустим, с серединой прошлого столетия уровне, предпринимать исследования, о которых сравнительно недавно нельзя было и мечтать, строить гигантские по любым меркам научные сооружения. В настоящее время (2010) завершено строительство самого крупного ускорителя элементарных частиц в международном центре ядерных исследований (CERN) и в ближайшее время будет проведен исторического значения эксперимент – столкновение двух встречных пучков частиц, в ходе которого должен произойти взрыв, подобный Большому взрыву, создавшему, как считают космологи, нашу Вселенную. Так называемые мегапроекты прочно вошли в арсенал научно-исследовательской политики ведущих государств мира и международных исследовательских организаций.

Ученые могут сегодня наблюдать воочию на экранах компьютеров тоннельных микроскопов атомы вещества, постепенно овладевают техникой манипулирования молекулами, есть сообщения о создании искусственным путем простейших бактерий, гигантский шаг вперед совершила медицина, диагностируя состояние пациента с помощью компьютерных томографов, биологи расшифровали геномы многих животных и растений, определили последовательность нуклеидов в геноме человека, овладели техникой клонирования живых су-

ществ, материаловеды создают новые, неизвестные природе материалы и т.д. и т.п. – всего перечислить просто невозможно.

Практически все эти достижения стали возможны лишь на базе стремительного прогресса информационных технологий – вычислительной техники, средств телекоммуникации, оптики и оптоэлектроники. Появились гораздо более эффективные методики изучения сложнейших процессов. В качестве примеров можно назвать компьютерное моделирование взрывов водородных бомб или динамики климата планеты, экспериментальные испытания и «проигрывание» моделей крупных сооружений, механизмов, ландшафтов. Как еще в конце 80-х годов отмечал один американский науковед, если бы автомобили прогрессировали столь же стремительно, как полупроводники, все мы сегодня (1989) водили бы роллс-ройсы, развивающие скорость миллионы миль в час и стоящие 25 центов.

Помимо новых замечательных приборов и методик, благодаря информационным технологиям ученые обрели возможности общения и обмена информацией, которые недавно и предвидеть-то было невозможно, – Интернет с его всемирной сетью, дистанционное участие в исследованиях, дистанционное использование уникальных установок, которых во всем мире насчитываются единицы, телеконференции и телесеминары коллег, находящихся в разных концах земного шара. Научные коллективы, работающие над одной проблемой, не вынуждены объединяться территориально, совместный труд в режиме реального времени стал возможен с помощью скоростного Интернета. Глобализация науки обрела прочную эффективную техническую базу, и если раньше она происходила полустихийно и медленно, то теперь вся мировая наука, если бы это потребовалось, практически может работать совместно и одновременно над единым комплексом проблем.

Глобализация науки, однако, не сводится к информационному обмену и сотрудничеству в рамках научного сообщества, так же как глобализация экономики не ограничивается взаимной торговлей. Как мы уже отмечали, наглядным и важным аспектом глобализации является изменение географических характеристик. Применительно к науке это означает появление новых научных центров, новых стран-игроков на рынке разработки и производства наукоемкой продукции,

расширение и перераспределение «плотности» мирового научно-технического потенциала. Выше мы рассмотрели две основные «волны» глобализационных процессов. Здесь же отметим относящуюся непосредственно к особенностям современной ПНТР составляющую второй из этих волн, которую некоторые обществоведы склонны рассматривать как третью, придающую глобализации новый качественный оттенок. Суть дела в том, что ТНК, большинство которых базируется в США, где при выводе производственных мощностей в другие страны оставались штаб-квартиры и исследовательские службы, начали и свою науку выводить за рубеж, создавая разрабатывающие новые виды продукции и новые технологии подразделения в Китае, Индии и других бурно растущих странах. Так поступают «General electric», «General motors», IBM, «Intel», «Microsoft», «Motorola»; такой перечень становится все длиннее и длиннее. Некоторые американские специалисты уже опасаются, что этот процесс ослабит инновационные возможности США, ослабит связи промышленности и вузов, финансирование последних и, следовательно, приведет к ухудшению системы образования.

О масштабах «вывоза» ИР из «материнских» фирм США в зарубежные страны можно судить по данным табл. 1, памятуя при этом, что США сегодня – это страна, всегда первой проявляющая новые тенденции в экономике, которые позже перенимаются другими государствами.

Таблица 1 (2, с. 4–86)

Основные показатели деятельности материнских компаний США и их зарубежных филиалов

Фирмы	Показатели					
	валовая продукция (млрд. долл.)	доля (%)	продажи (млрд. долл.)	доля (%)	затраты на ИР (млрд. долл.)	доля (%)
Материнские компании	2089,4	78,0	6547,1	72,0	131,6	87,0
Зарубежные филиалы	605,4	22,0	2486,9	28,0	19,8	13,0
ВСЕГО	2694,8	100	9034,0	100	151,4	100

«Переезд» ИР происходит главным образом в страны Западной Европы, но в качестве новых территорий фигурируют и Япония, и Азиатско-Тихоокеанский регион, и Латинская Америка, и даже Африка и Средний Восток. Как видно из таблицы, масштабы «третьей волны глобализации» пока не очень велики (13%), но для выявления тенденции вполне достаточны.

Для того чтобы полнее представить современное состояние сферы науки, целесообразно дополнить перечень особенностей ПНТР краткой характеристикой некоторых новейших областей ИР. Появление и развитие этих областей, их современное состояние тоже служит неотъемлемой и важной характеристикой ПНТР. В качестве первой из них рассмотрим информационные технологии, являющиеся сегодня основным инструментом развития многих других отраслей.

5.5. Информационные технологии

Вряд ли американский математик и физик Норберт Винер, публикуя в 1948 г. свой труд «Кибернетика», где изложил основные положения науки об общих закономерностях процессов управления, рассматриваемых как акты передачи информации, предполагал, что реализующие его идеи машины и приборы через несколько десятилетий будут применяться так широко, как не использовалось до этого ни одно техническое устройство, — практически во всех отраслях хозяйства, в науке, искусстве и в повседневной домашней жизни людей. Вся вторая половина XX в. с полным правом может быть названа периодом информационно-электронной революции — настолько интенсивно информационные технологии (ИТ) прогрессировали и внедрялись во все сферы нашей жизни. Один за другим следовали «прорывы» в технике изготовления электронных схем и основанных на них приборов и механизмов, непрерывно росли их быстродействие и надежность, снижалась себестоимость, миниатюризировались размеры, расширялась область применения. Оказалось, что кибернетика практически универсальна, и почти все, что происходит как в живой природе, так и в созданном нами мире машин, по сути своей является совокупностью бесконечно разнообразных управленческих процессов, простых или сложных, многозвенных, с обратными связями и много-

кратным преобразованием исходного сигнала, которые (процессы) можно имитировать с помощью соответственным образом соединенных в логические вычислительные системы элементарных электронных приборов. Как отмечал в середине 80-х годов прошлого столетия соотечественник Винера Ф. Джордж, «почти не существует таких процессов, которые нельзя было бы компьютеризировать» (3, с. 28).

Темпы развития ИТ зависят в первую очередь от совершенствования базовых элементов этой техники – транзисторов и формируемых на их основе интегральных микросхем (чипов). На протяжении последних 50 лет число транзисторов на чипе благодаря совершенствованию методов изготовления возрастало вдвое каждые 12–18 месяцев. Впервые это соотношение подметил в 1965 г. сотрудник фирмы «Интел» Гордон Мур (Moog), и с тех пор оно известно как «закон Мура». «Честно говоря, – признавал сам Мур в 1999 г., – я никак не предполагал, что этот закон все еще будет действовать спустя 30 лет после его открытия, но теперь не сомневаюсь, он сохранится и на ближайшие 20 лет» (4, ч. 9, с. 6). Именно на этом законе основывается план-прогноз, первоначально составленный в 1992 г. Национальной ассоциацией полупроводниковой промышленности США (US Semiconductor Industry Association – SIA), а позднее, в 1998 г., принятый в качестве международного документа, на который ориентируются производители микросхем США, Японии, Западной Европы и Южной Кореи. Согласно этому плану, к 2014 г. число транзисторов на чипе должно достигнуть 3,6 млрд. (там же). На рис. 1 наглядно показаны расчетные (прямая линия) и фактические (квадраты) данные, иллюстрирующие «закон Мура».

С миниатюризацией транзисторов повышается быстродействие микросхем. И дело не только в том, что сокращается расстояние между элементами и электрический сигнал преодолевает его за меньшее время, но и в том, что на любой микросхеме кроме транзисторов и резисторов есть множество емкостей, как полезных, так и вредных. Их приходится периодически заряжать и разряжать, на что уходит не только энергия, но и определенное время. Чем миниатюрнее элементы схемы, тем меньше паразитных емкостей; микросхему можно перевести из одного логического состояния в другое меньшими токами и быстрее.

Число транзисторов (log. шкала)

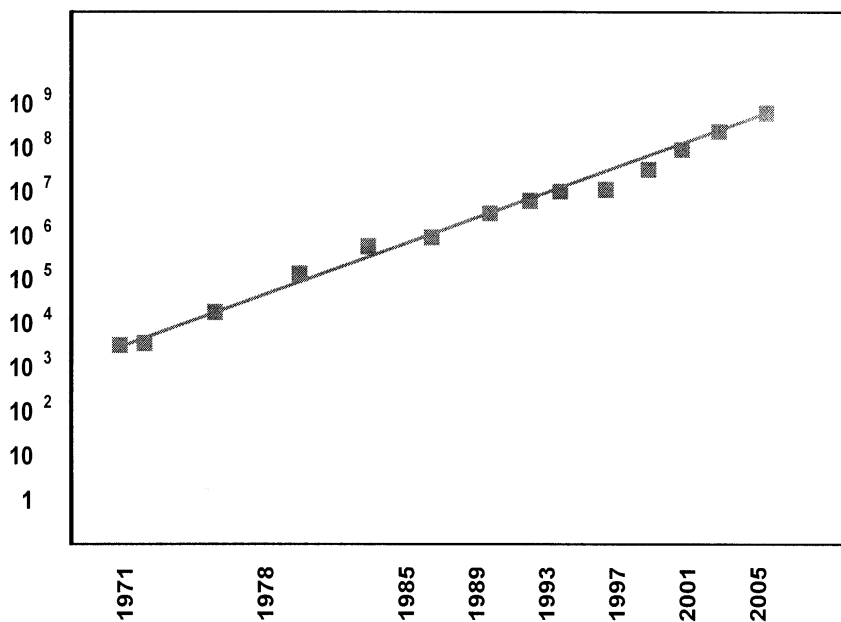


Рис. 1

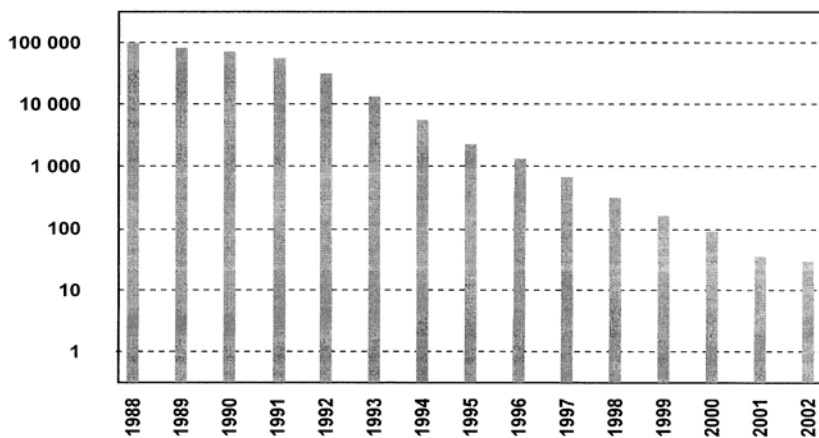


Рис. 2

Процессор «Pentium» американской фирмы «Intel», созданный ею в середине 90-х годов XX в., содержал 3 млн. транзисторов размером 1 мкм, работал на частоте 60 МГц и потреблял 15 Вт электроэнергии. Он использовался в большинстве персональных ЭВМ по всему миру. А в 2005 г. фирма поставила на производство новую модель, «Pentium 4 Dual Core», изготовленную по технологии 65 нм. Он содержит 1,7 млрд. транзисторов и работает на частоте 3,4 ГГц. При этом каждый транзистор тратит на одно переключение сотые доли фемтоджоуля, т.е. около 10^{-15} Дж. Правда, поскольку транзисторов так много, общая потребляемая микропроцессором мощность составляет около 100 Вт. Сегодня и он устарел, фирма приступила к массовому изготовлению процессора «Pentium», где размер структурных элементов составляет всего 45 нм, а слои используемого в качестве изолятора оксида гафния имеют толщину порядка 1 нм. Ученые и инженеры стремятся к физическому пределу микроэлектроники, к транзисторам величиною в несколько атомов, лишь бы несущему информацию электрону было где остановиться в ожидании следующей порции данных. В манящей (возможно, неблизкой) перспективе – компьютеры, работающие на тактовой частоте в несколько терагерц (10^{12} Гц), состоящие из триллионов логических элементов и легко помещающиеся в маковом зернышке (5, с. 86).

Важно подчеркнуть, что в то время как вычислительная мощность микросхем стремительно растет, их цены остаются стабильными, так что экономические показатели улучшаются, и это способствует внедрению электронно-вычислительной техники в ранее не освоенные ею области. На рис. 2 показано, как за 1988–2002 гг. падала цена 1 гигабайта компьютерной памяти.

В последние годы отмечается тенденция объединения на чипе вычислительных и микроэлектромеханических устройств типа сенсоров или соленоидов (microelectromechanical systems – MEMS). Появился новый вид технологий – технологии микросистем (Microsystem technologies – MSTs), к которым относят все чипы, обладающие не только вычислительными, но и иными функциями, а MEMS являются подвидом, отличающимся присутствием подвижных элементов. Такого рода комбинированные чипы используются, на-

пример, в считывающих головках твердых дисков или в картриджах струйных принтеров.

Отметим еще два интересных направления работ в области ИТ. Первое – это создание биоэлектромеханических гибридов. В исследовательских лабораториях испытываются приборы, где электронные и оптические элементы используются в сочетании, например, с мозгом миноги или усиком мотылька, срезами мозга мышей и кроликов, с бактериями. Биоэлементы выполняют роль сенсорных датчиков, реагируя на свет, на присутствие взрывчатых веществ, на различные загрязняющие окружающую среду вещества. Их электрические сигналы снимают через вживленные проводники, усиливают и используют для активации сигнальных систем или подают на монитор. Биосенсоры несравнимо чувствительнее любых искусственных устройств.

Второе заслуживающее упоминания направление – это исследование возможностей использования спирали ДНК для формирования различных структур наноразмеров. Диаметр спирали равен примерно 2 нм, шаг ее – 3,5 нм. На этом расстоянии помещается 10 пар оснований, образующих своеобразные перекладки лестницы из двух спиральных нитей. «Строительные леса» из ДНК можно использовать для создания кристаллов и иных материалов, с точно заданными молекулярными конфигурациями. В 1994 г. Леонард Эдлиман из Университета Южной Калифорнии показал, что из ДНК можно сделать вычислительное устройство. Отдаленная цель этого направления ИР – создание биокомпьютера и самовоспроизводящихся структур для нанофабрик (6).

Но будущее всегда предсказывать рискованно. Поэтому, отвлекаясь от перспектив, отметим главные достижения, которые ИТ уже подарили обществу. На первое место можно поставить тот факт, что в промышленности появилась возможность автоматизировать процессы, которые ранее по экономическим или по техническим причинам автоматизации не поддавались. Мелкосерийное или среднесерийное производство автоматизировать было совершенно бессмысленно экономически. Появление станков, прессов и прочего обрабатывающего оборудования, снабженного системами числового программного управления, устранило это препятствие. Производство любой серийности сегодня можно автоматизировать и, следовательно, повысить его производительность,

точность обработки деталей и, соответственно, качество изделий. Гибкие автоматические производственные комплексы перестраиваются с изготовления одной детали на другую просто сменой программы. ИТ, программное управление привнесли гибкость и в ранее заповедную область жестких автоматических линий – крупносерийное и массовое производство, позволив и в этом случае при необходимости индивидуально подойти к каждой единице продукции.

Еще одним важным шагом в развитии автоматизации, которым мы тоже обязаны ИТ, является бурное развитие роботостроения. Сегодня роботы можно встретить в самых разных областях – на производстве, особенно там, где человеку находится опасно или вредно, в исследовательских лабораториях, в больницах, в банках, в игровых залах, в магазинах, т.е. повсюду на Земле и даже на других планетах (луноходы, марсоходы). Каждый год на выставках появляются все более совершенные и замысловатые модели. Особенно активно эта техника развивается в Японии. Там даже появился специальный термин – «мехатроника» – для систем, объединяющих тонкую механику и электронику. На одной из выставок в Токио были показаны роботы в виде механического паука с шестью лапами и в виде гусеницы, предназначенные для поиска и спасения людей в развалинах зданий после землетрясений или взрывов. А в июле 2008 г. на встрече глав государств «Восьмерки» гостей встречал очень похожий на малорослого человека робот по имени Асима. Он не только может ходить, пожимать руки, но владеет и набором фраз, которые использует к месту, и имеет самостоятельный характер, сам решает, с кем общаться, а с кем – нет. Когда ему по сценарию следовало пожать руку прибывшему на Хоккайдо премьер-министру Японии, он подошел, «посмотрел» на гостя, повернулся кругом и убежал. Причину такого поведения даже создатели Асима объяснить не смогли.

Среди великого множества военных применений ИТ одним из наиболее интересных и важных сегодня направлений тоже является роботизация. Под роботизацией имеется в виду создание систем и машин, которые могут выполнять те или иные боевые задачи без участия человека или частично брать на себя функции, обычно выполняемые человеком, и тем самым помогать ему в решении возникающих в боевой обстановке проблем. Из числа такого рода устройств уже ос-

военны и широко известны беспилотные самолеты-разведчики, приборы ночного видения, спутниковые системы наблюдения, ориентации и связи, крылатые ракеты и другие виды «умного» или «высокоточного» оружия. Их реальную силу продемонстрировали «Буря в пустыне» и вторая война США и их союзников с Ираком. Армия Ирака по численности превосходила силы коалиции, воевала на подготовленных оборонительных рубежах, имела опыт войны с Ираном. Но многократно уступала в сфере информационных технологий, в разведке, связи, технологии «стелс», электронных средствах подавления систем связи противника, высокоточного оружия и т.д. В результате она оказалась разрозненна, дезорганизована и слепа, не смогла хоть сколько-нибудь серьезно противостоять нападавшим и была разгромлена за считанные дни. Применявшиеся в двух иракских войнах и в Афганистане роботизированные военные ИТ далеко не исчерпывают арсенал такого рода оружия. В разной степени разработки и освоения находятся автоматические транспортеры для доставки боеприпасов и иных грузов в зону боев, малогабаритные автоматические подводные лодки, системы, играющие роль «электронного помощника» пилота, командира танка, командующего группой военных кораблей. Военные приложения ИТ уже сегодня пронизывают всю вертикаль вооруженных сил от отдельного бойца до генерального штаба и верховного командования. Более того, поскольку компьютерные сети играют ключевую роль в экономике, коммуникациях и многих других областях жизни передовых стран, возникает потенциальная опасность нового типа войн — информационно-технических. Проникновение противника в компьютерные сети, взлом баз данных, внедрение компьютерных вирусов — все это может парализовать подвергшиеся такому нападению военные и гражданские структуры, вызвать хаос, нарушить телекоммуникации, транспортные потоки, производственную кооперацию, финансовые связи, нанести огромный экономический ущерб. Таких войн еще не было, но силам безопасности и армии приходится учитывать возможность информационно-технических конфликтов и заранее искать способы защиты.

Наконец, говоря о достижении нового уровня автоматизации с помощью ИТ, следует выделить самое, пожалуй, главное свойство таких технологий — возможность автомати-

зировать не только физический, но и умственный труд, что создает качественно новую ситуацию во всей истории техники и технологий. Компьютеры могут считать и считают гораздо быстрее, чем люди, так что в целом ряде областей имеют перед людьми преимущество. Как известно, в 1997 г. ЭВМ, которая могла анализировать 200 млн. позиций в секунду, выиграла один из матчей с чемпионом мира по шахматам и в перспективе всегда будет выигрывать, так как шахматы – игра, которую можно вести путем расчета вариантов ходов. Машина способна за несколько секунд просчитать миллионы, десятки и сотни миллионов вариантов и выбрать оптимальный. Человеку из-за ограниченных возможностей нейронов столь быстрый счет недоступен, и часто приходится действовать интуитивно. Интуиция против точного счета. Вопрос лишь в совершенствовании программного обеспечения, и компьютеры в недалеком будущем станут лучшими шахматистами планеты. Впрочем, смысла в том, чтобы делать из ЭВМ чемпионов по шахматам, нет, чемпионаты лучше оставить людям, а для компьютеров достаточно, как это уже сделано, разработать ряд программ, имитирующих игроков разного уровня, и тем самым дать возможность любителю шахмат в любой момент сразиться с «партнером», подходящим ему по силам.

Но шахматы и вообще игры – это отнюдь не главная область применения искусственного интеллекта. Научные исследования, конструкторские расчеты, архитектура, климатология, космические полеты, экспертные системы в медицине и иных областях – поле для применения интеллектуальных способностей компьютеров практически необозримо. Мы являемся свидетелями лишь самых первых шагов по этому пути, и даже научные фантасты не в состоянии предвидеть все обретения, а возможно, и опасности, которые нас на этом пути поджидают.

Пожалуй, главной сложностью в деле совершенствования искусственного интеллекта (ИИ) является тот факт, что до сих пор нет точного представления о том, как работает мозг человека. К примеру, только в 90-е годы прошлого века ученые начали правильно представлять себе роль клеток нейроглии (глии) – нервной ткани, клеток которой в мозге гораздо больше, чем нейронов, до сих пор считавшихся единственными активно работающими элементами. Клеткам глии

(их несколько разновидностей) отводилась лишь вспомогательная роль – транспорт питательных веществ из кровеносных сосудов в нейроны, поддержание нормального баланса ионов и т.д. Любопытно, что пересмотреть такие представления побудил анализ срезов мозга Альберта Энштейна, который (мозг) забрал к себе домой патологоанатом Т. Харви, производивший вскрытие гениального физика. Харви хранил мозг Энштейна у себя в течение 40 лет в пластиковой банке с дезинфицирующей жидкостью, а в конце жизни передал внучке гения. Гистолог М. Даймонд, которая изучала срезы мозговой ткани физика, установила, что в числе и размерах нейронов никаких отличий от мозга обычного человека не было, а вот концентрация клеток глии в ассоциативной области коры, ответственной за высшие формы мыслительной деятельности, была необычайно высока.

Нам пока не только не хватает знаний о работе мозга, но и среди специалистов-компьютерщиков нет единого мнения о принципах работы идеального ИИ. Одни считают возможным полностью имитировать процесс сознания, совершенствуя цифровые системы, а другие уверены, что биокомпьютер (так именуют гипотетический идеальный ИИ) будет не цифровым вычислительным, а универсальным аналоговым, в основе которого будет лежать высокоразвитая способность к оперированию образами – их распознаванию, сравнению, трансформации и порождению (7). В этом направлении исследования еще только разворачиваются, а частью даже входят на стадии подготовки задач.

Тем временем цифровые системы довольно близко подошли к моделям, демонстрирующим свойства, сходные с сознанием человека (8). Искусственные «нейроны», множество несложных однотипных программных объектов соединяют между собой квазислучайным образом. Каждый «нейрон» определенным образом реагирует на поступающие к его входу сигналы. Одни сигналы его возбуждают, другие тормозят возбуждение. Итоговый сигнал, формирующийся на выходе, передается другим «нейронам». Поскольку сеть соединена случайным образом, ее ответы поначалу тоже случайны. Здесь начинается процесс обучения. За каждый ошибочный ответ самые главные нейроны, которые формируют окончательное решение, получают «штраф». Они разбираются, какой из подчиненных «нейронов» способствовал приня-

тию неправильного решения, и снижают ему уровень доверия, а тем, кто «голосовал» против, уровень доверия повышается. «Нейроны» второго уровня, получив по заслугам, наводят порядок в своем хозяйстве, и так до самых первых, принимающих сигналы на входе. Процедуру повторяют на другом примере, и так до тех пор, пока сеть не начинает реагировать на входные сигналы правильно. Именно таким образом действуют системы распознавания текстов, разбивая страницы на строки, строки – на символы, а затем принимая по каждому символу решение, какой букве алфавита он соответствует.

Как им это удастся? Если взять из сети отдельный «нейрон» и попытаться понять, почему он реагирует на сигналы соседей так, а не иначе, попытка потерпит крах. «Опыт» сети не локализован в конкретном «нейроне», им обладает только сеть в целом. Функции отдельного «нейрона» можно понять, если его перепрограммировать и посмотреть, какие ошибки будет делать сеть. Но и разобравшись в функциях каждого «нейрона», обычно нельзя объяснить, почему эти функции выполняются при данной настройке. Работа даже искусственного интеллекта пока не поддается полному пониманию, и чем интеллектуальнее система, тем труднее сказать, как она принимает решения. Некоторые специалисты считают, что, возможно, первый разум, с которым мы установим контакт, будет не внеземным, а искусственным. И никто сегодня не может сказать, когда выключение электрического питания станет актом, сомнительным с этической точки зрения.

Еще одно важное, с далеко идущими последствиями изменение, привнесенное в наше общество ИТ, – это практическое устранение с незапамятных времен препятствовавших общению людей пространственных и временных барьеров, изменение традиционных представлений о пространстве и времени и в этой связи, если можно так выразиться, «дистанциализация» многих видов деятельности и услуг.

Дистанционное обучение, дистанционная медицина, телеконференции и симпозиумы, виртуальные лаборатории, электронная коммерция, мобильная бытовая теле- и видеосвязь вкупе с электронной почтой – все это уже привычные реалии сегодняшнего дня. Появился целый ряд новых видов бизнеса, связанных с использованием сети Интернет. Развивается новая форма трудовой деятельности, так называемый

телекомпьютинг, когда человек выполняет свои служебные обязанности, не выходя из дома и будучи связан с фирмой, на которой он работает, по компьютерной сети. Работнику это дает гибкий распорядок труда, экономию транспортных и некоторых иных расходов семейного бюджета, меньшую вероятность конфликтных ситуаций «дом – работа» и пр. Работодателю – рост продуктивности, улучшение самочувствия работающих, их более позитивное отношение к труду, отсутствие проблем со сверхурочными часами. Правда, есть у телекомпьютинга и опасные стороны: может нарушиться сложившийся семейный уклад, могут возникнуть некоторые психологические проблемы (чувство изолированности, снижение оценки собственной значимости и т.д.), но, поскольку это явление новое, оно еще очень мало изучено, и однозначной оценки быть не может. К тому же телекомпьютинг далеко не единственное и отнюдь не главное проявление «вторжения» ИТ в повседневный быт человека. В обычном доме среднего достатка сегодня ИТ встречаются на каждом шагу, ими насыщены и домашний труд, и досуг. Всевозможные приборы для автоматизации и механизации приготовления пищи, иной раз довольно сложные (программируемые кухонные плиты, хлебопечки, стиральные машины и т.д.), для уборки помещения, для поддержания микроклимата, для охраны, для отдыха и развлечений, для получения разнообразной информации, для общения с друзьями, где бы, в какой точке Земли они ни находились. Каждый год бытовая техника меняется, совершенствуется, причем становится не только лучше во всех отношениях, но и доступнее, и каждый год число пользователей этой техникой быстро увеличивается. Поскольку вся эта техника цифровая, ее можно связать в единую сеть. Идея «цифрового» дома обретает вполне реальные очертания. Люди далеко не всегда поспевают за техническим прогрессом, и многие пожилые представители людского рода не хотят овладевать и пользоваться, допустим, персональным компьютером или цифровой видеокамерой, хотя эта техника появилась буквально у них на глазах и создавалась их современниками.

В заключение очень краткой иллюстративной и потому, разумеется, неполной характеристики достижений современных ИТ приведем точно оценивающее ситуацию мнение авторов: «За исключением электрификации, ни один из совре-

менных шагов в технологическом развитии не обладал столь фундаментальным потенциалом влияния на труд людей, их жизнь, процесс обучения, досуг, способы общения, на систему управления обществом. Некоторые специалисты в области социальной философии полагают даже, что ИТ способны повлиять на саму природу человека – изменить систему ценностей, характер эмоций, когнитивные процессы» (9, с. 8–4). Добавим еще одно, на наш взгляд, чрезвычайно важное обстоятельство. Сегодня мы используем ИТ для того, чтобы улучшить, ускорить, удешевить и т.д. то, что в принципе мы уже имели, но завтра появятся процессы и изделия, которых мы никогда не знали и пока себе не представляем. Если ориентироваться на темп развития ИТ, который наблюдался в последние полвека, это «завтра» может наступить лет через 20–30.

5.6. Наука и техника на службе медицины

Новейшие технологии находят в медицине очень широкое применение. Современные наиболее совершенные компьютерные томографы позволяют шаг за шагом просмотреть «срезы» любых частей человеческого тела и воспроизвести объемное цветное изображение того или иного участка или органа, чем обеспечивают возможность установления безошибочного диагноза в случае заболевания, определить оптимальную тактику хирургического вмешательства, коль скоро оно окажется необходимым. Многие другие приборы, простые и сложные, новые лекарственные препараты, разнообразное вспомогательное оборудование поступают на вооружение медиков непрерывным потоком из исследовательских лабораторий специализированных институтов и фирм, да и из других отраслей, прямого отношения к медицине не имеющих. В национальных бюджетах науки передовых стран расходы на ИР в области наук о жизни на здравоохранение, как правило, являются самыми большими. Конечно, осветить все приложение в нашей работе невозможно, так что мы выбрали три направления, представляющиеся наиболее интересными и многообещающими.

5.6.1. Разработка искусственного сердца

Общеизвестно, что более половины смертей в развитых странах мира сегодня происходит из-за болезней сердечно-сосудистой системы. Для лечения их разработано много разных лекарств, но далеко не всегда они бывают достаточны. Например, в России указанными заболеваниями страдают более 8 млн. человек, и примерно 3,5 млн. находятся на той стадии, когда лечение каким-либо препаратами бесполезно. Необходима та или иная форма хирургического вмешательства. Чаще всего причиной беды является атеросклероз коронарных сосудов сердца. Снабжая весь наш организм кровью, несущей кислород, оно само нуждается в притоке кислорода. Три отходящие от аорты веточки артерии, оплетая сердце своеобразным венцом (потому и называются коронарными) и пронизывая сердечную мышцу капиллярами, доставляют ей этот живительный газ. Если к какому-либо участку мышцы кровь не подавать, то всего через несколько минут он отомрет (инфаркт). А задержку могут вызвать так называемые атеросклеротические бляшки – скопления рыхлой жировой массы, которая постепенно сужает просвет сосуда и в конце концов закрывает этот просвет. Необходимо либо удалить бляшки, либо заменить сосуд, либо, если дело зашло чересчур далеко, заменить само сердце. Можно ли такие замены выполнить и чем заменять? Если речь идет о замене сосудов, то спасает положение аортокоронарное шунтирование. Из бедра пациента достают отрезок подкожной вены нужной длины и пришивают его одним концом к аорте, а вторым – к коронарному сосуду ниже забитого бляшками участка. Получается шунт, обходной путь для крови, кровоснабжение сердечной мышцы восстанавливается. Есть и более удачный вариант – в коронарный сосуд перенаправляют одну из двух внутренних грудных артерий, идущих по задней стороне грудины. Она отходит от аорты, так что надо только высвободить и пришить один конец шунта. Кроме того, грудная артерия больше соответствует коронарным сосудам, чем вена, и в ней редко возникают жировые бляшки. Таких операций делают очень много, и люди возвращаются к нормальной жизни. Но обычно лишь на время, хотя и про-

должительное. Бляшки появляются снова в самом шунте или в других местах коронарных сосудов.

Сравнительно недавно в кардиохирургии появилось еще одно направление – «инвазивная кардиология». Оно выросло из давно практиковавшегося диагностического метода ангиографии. Чтобы выяснить, есть ли сужения коронарных сосудов, где и насколько они поражены атеросклерозом, в стенке периферической паховой артерии делали прокол и вводили в сосудистое русло тонкую трубочку – катетер, постепенно продвигали его по артерии до области сердца, а затем подавали в коронарные сосуды рентгеноконтрастное вещество и снимали рентгеновским аппаратом на пленку, как это вещество проходит (или не проходит) через сосуды. Процедура не требовала общего наркоза, пациент сам мог наблюдать ее ход на экране рентгеновского аппарата. Современные технологии микромеханики, миниатюризации аппаратов позволили использовать описанную процедуру с иной целью. На конце катетера крепится маленький баллончик. Его доводят до места сужения сердечного сосуда и там с силой раздувают, размазывая бляшку по сосудистым стенкам и открывая кровоток. А чтобы бляшка отклеилась и не вернулась на прежнее место, туда доставляется так называемый стент – металлическая пружинка, которой сосуд армируется. В 2001 г. известная американская фирма «Johnson & Johnson» стала наносить на стенты лекарство – противоопухолевый антибиотик серолимус, который предотвращает появление бляшек около стентов и на них.

Эндоваскулярные (внутрисосудные) методы позволяют сегодня проделывать и другие манипуляции, заменяющие масштабные хирургические вмешательства: в сердце вводят катетер, дающий электрический разряд, подавляют самовольную электрическую активность и восстанавливают нормальный сердечный ритм или ставят пластиковые заплатки, «ремонтируя» врожденный порок, когда в стенке между двумя желудочками есть отверстие.

Успехи новейшей инженерии позволили также создать миниатюрный дефибриллятор. Фибрилляция – это крайне опасная форма нарушения сердечного ритма, когда пульс достигает 200 ударов в минуту или, того хуже, каждое из мышечных волокон сердца начинает сокращаться в собственном ритме, и вместо слаженных сокращений получаются

хаотические подергивания, бессильные вытолкнуть кровь (10). Если не принять немедленно мер, человек минут через пять погибнет. Эффективный способ спасения – пропустить через сердце мощный электрический разряд. Тогда все клетки мышцы сократятся одновременно, и их работа синхронизируется. В клинике такую процедуру делают под наркозом с помощью крупногабаритных аккумуляторов и накладываемых на грудь пациента пластин. Сегодня есть имплантируемый автоматический разрядник размером со спичечный коробок. Он состоит из аккумулятора и специальных датчиков, которые постоянно отслеживают сердечный ритм. Как только происходит сбой, аккумулятор разряжается, и нормальное сердцебиение восстанавливается.

И все же остается много случаев, когда сердце необходимо не ремонтировать, а менять. Вот тут ситуация очень тяжелая. И не потому, что хирурги не знают, как это делать, или не умеют производить замену. Опыт таких операций накоплен, их делают во всех развитых странах. Широко известно, что первую пересадку донорского сердца выполнил в 1967 г. южноамериканский хирург Кристиан Барнард, потом некоторое время ушло на отработку методики подавления иммунной системы реципиента, отторгавшей чужой орган, а затем операция пересадки стала рутинной. Но мало кто знает, что пионером в этой области был советский хирург Вл. Демихов, в 40–50-х годах отработавший технику таких операций на собаках и доказавший, что донорское сердце может успешно работать в организме нового хозяина и выполнять команды этого организма. Но в медицину этот опыт не прошел, так как не умели подавлять сопротивление иммунной системы, пересаженный орган быстро погибал. Сегодня проблема в том, что донорских сердец очень мало по сравнению с потребностью. Даже в тех странах, где никаких неуклюжих препятствий донорству (как случалось у нас, в России) не ставится, дефицит донорских органов очень велик. Например, в США ежегодно пересаживается примерно 2200 сердец, а нуждаются в пересадке 100 тыс. человек, и многие не доживают до операции. Кроме того, поскольку иммунитет после пересадки приходится подавлять, потом необходимо довольно долго тщательно избегать всякой инфекции. Но все же ежегодно в мире пересаживают несколько тысяч сердец. Средний срок жизни людей с донорским серд-

чем составляет 12 лет. Рекордсменом является американец Тони Хьюзмен, ему 48 лет, и больше половины из них – 28 лет – он живет после операции пересадки.

Дефицит донорских сердец (а сокращение его не предвидится) подталкивает ученых, медиков и инженеров к поиску решений, позволяющих обойтись без человека-донора. В принципе есть три радикальных пути и один половинчатый. Первый путь – это вырастить новое сердце вне человеческого организма и затем произвести пересадку. Это направление – выращивание органов – развивается сегодня чрезвычайно быстро. В 2006 г. медики Калифорнийского института регенеративной медицины под руководством д-ра Э. Аталы вырастили купол мочевого пузыря с помощью каркаса из биологически растворимого материала и клеток больного, мальчика школьного возраста. Каркас «обрастили» клетками (они размножались в питательной среде, куда поместили каркас), а затем пересадили его пациенту. Клетки прижились, каркас растворился, и пациент получил новый, здоровый пузырь. В 2008 г. выполнили аналогичную операцию, вырастив и имплантировав часть пораженной туберкулезом гортани. В искусственном создании органа, успешно заменившего естественный, участвовали группы медиков и биологов нескольких стран, каждая из групп выполнила ту часть работы, которую могла сделать лучше других. Американцы изготовили каркас, англичане «обрастили» его клетками, размножив взятые у самой пациентки, и т.д.; заключительный этап – операцию замены – делали в Германии. Пациентка совершенно здорова уже примерно полгода. Но столь сложный орган, как сердце, никто пока механически моделировать и выращивать не пытался, хотя ученые полагают, что рано или поздно это случится.

Второй путь – ксенотрансплантация, пересадка человеку органа от животного. Анатомически для этого, как ни странно, подходит сердце не человекообразных обезьян, а свиньи. Прямо пересадить его нельзя: иммунная система, скорее всего, прореагирует очень остро и отторгнет имплантат. Нужно «очеловечить» сердце свиньи, введя в ее ДНК гены иммунного белка человека. Если это удастся, иммунная система новый орган «не заметит». Ввести нужно не меньше шести генов. Пока смогли внедрить пять. Сделала это в Австралии

группа профессора Яна Маккензи. Работа продолжается, ученые надеются на успех.

Наконец, третий путь – это создание искусственного механического сердца. Задача крайне сложная. Надо сконструировать мотор, который в идеале мог бы работать 70–80 лет, не останавливаясь ни на минуту, как работает настоящее сердце. Все понимают, что сегодня это невозможно. Но когда-то нужно начинать, и начало было положено в 70-х годах прошлого столетия фирмой «Abiomed Corp» (США). Она сконструировала модель, названную «Джарвик» – по фамилии разработчика. Шесть модификаций испытывались и совершенствовались, а в 1982 г. модель «Джарвик-7» была имплантирована Барни Кларку, дантисту из г. Сиэтла, который стал первым человеком, получившим полностью искусственное сердце. Это сердце питалось от внешнего источника, по габаритам напоминавшего стиральную машину. Будучи прикован к этому источнику, Кларк прожил 112 дней. Его неоднократно показывали по телевизору, но зрелище было печальным, он выглядел несчастным человеком. И хотя другой пациент, которому тоже имплантировали сердце «Джарвик-7», прожил почти два года, 620 дней, у широкой публики от операций такого рода осталось довольно мрачное, тягостное впечатление.

После этого примерно на 20 лет наступило почти полное затишье. Фирма «Abiomed» продолжала работать над усовершенствованными вариантами, и в июле 2001 г. хирурги Еврейского госпиталя в г. Луисвилл, штат Кентукки, удалили безнадежно больное сердце 59-летнего мужчины, Роберта Тулса, и заменили его машиной. Тулс был обречен на смерть и слишком слаб, чтобы ему можно было пересадить сердце донора. Он согласился испытать новую модель, получившую название «AbioCor». Она представляла собой агрегат из нескольких механизмов: насоса весом 1 кг, управляющего насосом миниатюрного компьютера, преобразователя электрического сигнала и проводов, все эти компоненты соединявших. Питание агрегата осуществлялось от стационарного генератора радиочастотного сигнала, проходящего через кожу, или от батарейки, закрепляющейся на теле пациента. Проводов, выходящих из тела, не было; такие провода очень часто становятся проводниками инфекции, которая попадает в

сердце и вызывает тяжелые осложнения, например при использовании электрических кардиостимуляторов.

Операцию в принципе оценивали как успешную. Тулс благополучно перенес имплантацию и даже окреп настолько, что мог выходить за пределы госпиталя. Он проделал это несколько раз, но в ноябре у него случился инсульт, вызванный, по всей вероятности, тромбом, образовавшимся в искусственном сердце. Прожив с машиной вместо сердца 151 день, Тулс умер. Позже «AbioCor» имплантировали еще шести больным. По мнению президента фирмы «Abiomed», эксперимент оправдывает себя, если пациент проживет после операции не меньше 60 дней. Четверо из оперированных этот рубеж преодолели. Но все же на сегодня искусственных сердец, которые решили бы проблему донорства, нет, хотя в сентябре 2006 г. Управление по продуктам и лекарствам США выдало фирме «Abiomed» лицензию на выпуск аппарата «AbioCor».

Поэтому на первый план выступает вариант, который выше мы называли полурадикальным. Больному не заменяют его сердце, а имплантируют устройство, способное сыграть роль помощника больного органа, – миниатюрный насос, который помогает сердцу перекачивать кровь через один из желудочков. Называется это устройство «Ventricular assist device» (VAD). Применяют его с начала 90-х годов прошлого века, и выпускается оно во многих странах. В США его производит фирма, созданная конструктором искусственного сердца Р. Джарвиком. Выпускаемый ею аппарат называется «Джарвик-2000» или «флоумейкер». Джарвик утверждает, что, поскольку аппарат омывается кровью, т.е. находится во враждебной бактериям среде, риск инфекции невелик. Кроме того, «флоумейкер» работает без вибраций, поэтому риск образования сгустков и тромбов тоже минимален. Благодаря имплантации «помощника» сердце восстанавливается и крепнет настолько, что начинает справляться со своей работой само. «Помощника» можно тогда удалить. Существующие модели рассчитаны на 2,5–3 года. Новые, испытания которых завершаются, «Харт Мейт II» и «Харт Мейт III» должны работать соответственно 5 и 10 лет. Энтузиасты данного метода считают, что он должен использоваться не как временная мера (пока не найдется донор), а в качестве перманентного решения.

Есть еще один вариант помощи больному сердцу. Применяется он при заболевании дилатационной кардиомиопатией (ДКМП). Сердце в этих случаях постепенно увеличивается в объеме, форма его приближается к шарообразной, а стенки утончаются. В разных странах, в том числе в России, медикам приходила в голову мысль попытаться воспрепятствовать расширению сердца. В научном центре хирургии РАМН под руководством его заведующего д-ра А. Коротеева разработали специальную технологию. Сначала – курс интенсивной кардиотерапии, чтобы хоть немного приблизить параметры сердца к норме. Затем – спиральная томография и создание точной трехмерной модели объекта. По этой модели делается муляж, а по нему – сетка из специально обработанного дакрона. Потом следует операция, в ходе которой сетку надевают на больное сердце. Если сделать это не тогда, когда больной уже почти при смерти, а на более ранней стадии заболевания, то сердце, получив своего рода опорный каркас, возвращается практически к норме. В отличие от замены сердца, ограничений из-за малого количества доноров в этом случае нет, сетчатый каркас можно имплантировать десяткам тысяч больных. Метод с успехом применяется уже пять лет.

Как мы видим, способов реконструкции сердца сегодня довольно много, но ни один из них проблему не снимает. Революция, подобная той, что произвели когда-то в медицине вакцины и антибиотики, очень маловероятна. Правда, не исключено, что революцию могут сегодня проделать стволовые клетки.

5.6.2. Клетки больших надежд

В конце 90-х годов прошлого века в США, а затем и во всем цивилизованном мире начался настоящий бум вокруг клеточной терапии. Лейтмотивом его было «повторное открытие» так называемых универсальных стволовых клеток, называемых сегодня стремальными. Термин «стволовые» клетки в научный оборот ввел российский гистолог, профессор Военно-медицинской академии в Санкт-Петербурге Александр Максимов в начале XX в. Он исследовал клетки крови и создал теорию, согласно которой в костном мозгу есть клетки,

ответственные за поддержание в организме необходимого количества эритроцитов. Ведь срок жизни этих красных кровяных телец – около 100 дней, а количество их у нас не убывает. Каждую минуту в крови появляется 350 млн. новых эритроцитов (11, с. 60). Стало быть, есть где-то источник замены отмирающих клеток крови новыми. Максимов предположил, что эту функцию выполняет особая группа клеток костного мозга. Клетка из этой группы делится на две, одна из которых превращается в клетку крови, а вторая опять делится, вновь одна из новой пары превращается в кровяную, а вторая снова делится и т.д. Процесс идет непрерывно, и его можно представить себе как отщепление «веточек» от некоего «ствола». Максимов и назвал такие клетки «стволовыми» в докладе, сделанном им в 1909 г. на заседании гематологического общества в Лейпциге. Любопытно, что ни сам Максимов, ни кто-либо другой клеток этих не видели, не было тогда микроскопов, с помощью которых их можно было бы различить в массе разнообразных клеток костного мозга. Открытие было сделано умозрительно, но впоследствии полностью подтвердилось. Но ведь в постоянном обновлении нуждаются не только клетки крови. У нас шелушится кожа, отмирает ее эпителий, обновляются выстилка носоглотки, эпителий кишечника. Подсчитано, что за 70 лет жизни стволовые клетки человека производят примерно 14 тонн живой массы, идущей на замену отмирающих клеток (на обновление крови идет около одной пятой этого количества, две трети – на обновление эпителия кишечника) (11, с. 173). Новые клетки нужны организму и для заживления разного рода ран – порезов, ожогов, переломов. И в 60-е годы, через полвека после Максимова, советский гематолог Александр Фриденштейн обнаружил опять-таки в костном мозге среди обычных стволовых клеток особенные, универсальные, которые могли превращаться в кожную, хрящевую, жировую ткань и, по-видимому, в любую из 230 видов клеток организма человека. Но советская наука в те времена находилась за «железным занавесом», и за рубежом на это открытие внимания не обратили. А через 30 лет открытие повторили американские ученые, и началась эпоха клеточного ажиотажа среди биологов и медиков, а пуще среди журналистов, пишущих о достижениях науки. Стремальные клетки объявлялись чуть ли не панацеей от всех болезней, эликсиром мо-

лодости, средством продления жизни. Появилось множество всяких животворных мазей, кремов, настоек и т.п., ничего общего со стволовыми, а по большей части вообще ни с какими клетками не имеющих, но навязчиво рекламируемых жуликами от косметологии и медицины. Наряду с этой шумихой в научных журналах, в Интернете, иногда и в газетах появляются честные сообщения о реальных случаях исцеления больных с помощью стремальных клеток, о многочисленных удачных экспериментах на животных, иной раз напоминающих чудеса. Например, у цыплят удается отрастить новые крылья взамен ампутированных или срастить сломанную кость ноги у старушки в возрасте 91 года, после того как 13 лет нога не срасталась.

Что же мы на самом деле знаем сегодня о стволовых клетках, как умеем их использовать, что можем и чего пока не можем, над чем интенсивно работают тысячи лабораторий во всем мире?

Прежде всего следует отметить, что стволовые клетки есть не только в костном мозге, где их обнаружили впервые, но и во всех мышечных и костных тканях (соответственно, меобласты и остеобласты). Именно они заживляют раны и переломы, специализированные клетки этим не занимаются. А стволовые клетки, которые живут в той или иной ткани или около нее, могут превращаться в любые типы клеток, в этой ткани присутствующие. Недавно в мозгу и в сердце обнаружены клетки, претендующие на роль стволовых. Однако самые интересные и перспективные стволовые универсальные клетки — это клетки эмбриона человека. Эмбрион формируется за 5–6 суток после оплодотворения яйца и состоит к этому времени из 100–150 клеток, которые начинают специализироваться. Это так называемая бластоциста. Она имеет форму сферы, во внутренней полости которой образуется клеточная масса, из которой со временем формируются все органы и ткани плода. Из оболочки сферы вырастает плацента. Чтобы получить линию эмбриональных стволовых клеток, клеточную массу извлекают из бластоцисты и помещают в чашку Петри с клетками-кормилицами. Через несколько дней в чашке образуется колония клеток, которые можно считать стволовыми, если они дадут положительный результат на стандартные тесты (могут и не дать) и способны к размножению. Бластоцисты можно получать из клеток, остающихся

незадействованными при искусственном оплодотворении; при этих операциях готовят много клеток, а в итоге используют лишь несколько. Можно получить эмбрионы и иным путем – с помощью клонирования. Техника клонирования известна – яйцеклетку освобождают от ее «содержимого» и пересаживают в нее ядро соматической, т.е. обычной неполовой клетки человека. С новым ядром, содержащим полный набор хромосом, яйцеклетка может повести себя как оплодотворенная, начнет делиться и превратится в эмбрион.

Вокруг использования человеческих эмбрионов любого происхождения для медицинских экспериментов, не говоря уж о клонировании человека, идет очень много ожесточенных дискуссий, во многих странах приняты запрещающие клонирование людей законы, но все это – особая проблема, которой мы здесь заниматься не будем. Повторим только, что эмбриональные клетки особенно привлекательны для исследователей, поскольку могут превращаться в любые органы и ткани, так что потенциально действительно выглядят как панацея от множества заболеваний.

Конечно, до панацеи еще далеко, но не так мало медики со стволовыми клетками делать умеют. Можно, пожалуй, выделить три уровня, три группы шагов к желанной цели получения близкого к универсальному способу лечения многих тяжелых недугов.

Первый уровень, который полностью освоен современной медициной и применяется в клинической практике, – это восполнение образовавшегося в организме человека по той или иной причине дефицита собственных здоровых стволовых клеток. Больному в таком случае подсаживают донорский костный мозг, и чужие стволовые клетки заменяют собственные. Так лечат последствия жестких форм противоопухолевой химиотерапии, которая уничтожает не только раковые клетки, но и всю кроветворную ткань. Точно так же лечат от лучевой болезни; от лейкоза, когда кроветворная ткань больного перерождается и ее клетки превращаются в раковые; от так называемых аутоиммунных заболеваний (рассеянный склероз, ревматоидный артрит, красная волчанка и др.); от системного остеопороза.

Второй уровень – это те случаи, когда медикам известно, каким образом недифференцированным стволовым клеткам «приказать» развиваться в нужном направлении. Здесь

лучше других областей медицины выглядит ортопедия. Биохимики нашли так называемые сигнальные белки (bone morphogenetic proteins – BMP), которые стимулируют превращение стромальных стволовых клеток в остеобласты, образующие костную ткань. Изготавливается модель недостающей кости из медленно рассасывающегося полимера и насыщается BMP. Затем этот муляж имплантируется пациенту, белки притягивают из кровотока стромальные клетки, выброс которых из костного мозга дополнительно искусственно подхлестывают, клетки оседают на имплантат, превращаются в остеобласты, муляж постепенно растворяется, на его месте появляется здоровая новая кость. За два-три месяца у молодых пациентов (с возрастом число стромальных клеток в организме уменьшается) выращивают кость длиной до 25 см.

Можно обойтись и без муляжа. До пересадки «объяснить» стволовым клеткам, содержащимся в лабораторном сосуде, чем они должны стать, и потом пересадить их пациенту. Так выращивают участки кожи для заживления ожогов, хрящи (уши), участки многослойных кровеносных сосудов с эпителием внутри и мышцами в толще стенки. В январе 2005 г. группа ученых Манчестерского университета (Англия) объявила о том, что им удалось создать на базе компьютерного струйного принтера принтер биологический, с помощью которого можно «печатать» участки живой ткани заданной формы и состава.

Работы по отысканию химических команд, с помощью которых можно управлять развитием стволовых клеток, интенсивно идут во многих лабораториях мира. Уже найдены способы превращать стромальные клетки в клетки миокарда, в нейроны центральной нервной системы, причем в нейроны разных типов. Правда, при попытках внедрить выращенные из стволовых клеток нейроны в нервную систему подопытных животных ученые столкнулись с непредвиденным препятствием: эта система не принимает «чужаков», отвергает их, вырабатывая особые сигнальные вещества, которые появляются в зоне имплантации и препятствуют образованию связей «пришельцев» с «аборигенами». Дело в том, что клетки нервной ткани (как и иммунной) в отличие от клеток прочих тканей организма не взаимозаменяемы, каждый нейрон несет свою уникальную информацию. Новый, выращенный нейрон информационно пуст и потому не нужен, может даже

оказаться вредным, напутает что-нибудь в системе. Организм в ходе эволюции обрел от таких казусов защиту. В этой связи возникает новая задача – подавить защиту, препятствующую включению новых нервных клеток, и заставить ее принять и «приспособить к делу» выращенные в лаборатории нейроны. Ставка тут очень велика – речь идет о излечении таких недугов, как болезнь Паркинсона или болезнь Альцгеймера, о регенерации конечностей и о многих других качественныхобретениях медицины. Ситуация не безнадежна. В 2007 г. в одной из лабораторий университета Джона Хопкинса (США) удалось найти вещества, устраняющие сопротивление тканей мозга крыс прорастанию нервных отростков, т.е. встраиванию имплантируемых нейронов в систему. В спинной мозг животных, разбитых параличом задних конечностей, вводили блокаторы защиты и четыре с лишним тысячи новых клеток. Прижились только около 120, но этого хватило, чтобы 11 из 15 грызунов выздоровели.

Здесь мы подошли к третьему этапу – применению стволовых клеток в экспериментальных целях фактически наугад, без точного знания последствий. Как раз отсюда и происходит непрекращающийся поток сообщений о том, что то там, то здесь имели место удачные исцеления. Но... В другом американском университете, Рочестерском (Нью-Йорк), выращенные нейроны имплантировали в мозг крысам, страдавшим искусственно вызванной острой формой паркинсонизма. Сначала лечение выглядело удачно, 70% пересаженных нейронов начали вырабатывать дофамин, дефицит которого и вызывает болезнь Паркинсона. Крысы практически выздоровели. Но к 10-й неделе большинство новых нейронов переродились обратно в неспециализированные клетки и начали быстро размножаться и распространяться по всему мозгу, а это не что иное, как первая стадия рака. Нечто подобное произошло с опытами по излечению диабета. В 2001 г. в США сообщили о том, что удалось регенерировать инсулинотропные клетки из стволовых эмбриональных клеток крыс. А менее чем через два года при попытке повторить опыт в другом месте регенерированные клетки не производили, а, наоборот, поглощали инсулин. Однажды в экспериментах на животных ученые, введя стволовые клетки, получили тератомы (опухоли, похожие на бластоцисту), содержащие полностью сформировавшиеся зубы.

Чтобы избежать подобной несуразицы, исследователи попытались решить проблему, позволяя предназначенным для имплантации клеткам вырасти до начала дифференциации, когда они уже более стабильны, хотя и сохраняют высокий уровень пластичности. Здесь, однако, есть сложности. Такие клетки при их имплантации могут вызвать иммунную реакцию со стороны организма-хозяина, так как на них на поверхности уже есть антигены. Различных комбинаций антигенов сотни; стало быть, нужны сотни, а то и тысячи линий стволовых клеток, банк клеток, из которых можно было бы выбрать совместимые с организмом больного. Для создания банка потребуются миллионы эмбрионов, отбракованных в клиниках искусственного оплодотворения. Все это слишком сложно. Пока единственный способ устранения иммунологического барьера – это создание линии эмбриональных стволовых клеток с использованием собственного генетического материала пациента, т.е. клонирование. На животных этот метод апробирован и дал обнадеживающие результаты.

Но до клиники принципиально важным применениям стволовых клеток – для ремонта сердца, мозга и т.д., для регенерации конечностей еще очень далеко. Ведь даже если все идет гладко, дорога от лабораторного удачного опыта до общедоступного лекарства или метода лечения занимает 10–15 лет. А во всем, что связано со стволовыми клетками, пока многое не понято. Почему те или иные клетки бластоцисты вырастают во вполне определенный орган, чем это определяется в организме, что и какие дает команды? Никто пока не знает. Почему и как конкретно при клонировании перепрограммируется ядро соматической клетки, по сути возвращаясь к стадии оплодотворенной яйцеклетки? Такого рода вопросов множество, наука в этих проблемах еще не разобралась, отсюда и все трудности со стволовыми клетками.

К тому же к экспериментам с эмбриональными клетками, а они гораздо эффективнее стволовых клеток взрослого организма, затруднены всякого рода ограничениями. В таких странах, как Великобритания, Китай, Южная Корея, Сингапур, Япония, и ряде других государство активно финансируются исследования, направленные на терапевтическое использование эмбриональных клеток, а в США ученые правительственных лабораторий могут работать только с линиями, выведенными до 2001 г. Да и то разрешение на такие

работы появилось лишь после того, как президент Буш согласился с поправками к закону, на который ранее наложил вето (закон, такие работы не ограничивавший, был принят обеими палатами Конгресса). Из числа «президентских» для работы годятся только 15 линий, остальные плохо растут в питательной среде или содержат генетические аномалии. Правда, в Америке находятся меценаты, финансирующие исследования стремальных клеток из собственного кармана. Э. Гроув, основатель компании «Intel», которую мы неоднократно упоминали в качестве лидирующего в мире производителя интегральных схем, выделил 5 млн. долл. Сан-Францисскому университету на создание новых линий эмбриональных клеток, а Стэнфордский университет получил 12 млн. долл. от анонимного спонсора на исследования методов использования стволовых клеток для борьбы с раком. Некоторые штаты – Калифорния, Нью-Джерси – финансируют данное направление ИР из своих бюджетов. Так или иначе, ученые все дальше и дальше продвигаются по пути создания неполной, но частичной спасительной для миллионов людей «панацеи». Но нужно ждать, возможно, довольно долго, не один десяток лет.

5.6.3. Главный проект XX в. – расшифровка генома человека

Медицинских приложений новых технологий очень много. Модернизация медицины, ее огромный шаг вперед и прямо-таки фантастические перспективы – характерная, важная отличительная черта парадигмы научно-технического развития (ПНТР) наших дней. Все достижения в этой области и перечислить-то трудно. Но нельзя обойти событие, подготовленное всем развитием естествознания XX в., – расшифровку генома человека.

Расшифровка генома (Human genom project – HGP) – это самый крупный международный проект 90-х годов прошлого столетия в области биологии. Завершена лишь первая и главная его стадия, создавшая богатейшую основу для дальнейших исследований. Основными участниками были и остаются США и Великобритания, финансирующие исследования из своих государственных бюджетов науки. Ведущей

организацией является специально созданный в системе американских институтов здоровья Национальный исследовательский институт генома человека (National human genome research institute), а его директор Ф. Коллинз (Francis Collins) – неофициальным руководителем проекта в целом. В работе участвовали многие лаборатории различных американских ведомств, в том числе, например, лаборатории Министерства энергетики США. В то же время параллельно аналогичные исследования вела частная фирма «Селера геномекс» (Celera Genomics) (США), разработавшая оригинальный метод ускоренной расшифровки и успешно на протяжении ряда лет соперничавшая с участниками международного проекта за первенство в достижении столь престижной цели. Научная междоусобица (кто быстрее, полнее, точнее осуществит расшифровку, увенчает себя славой первооткрывателя и получит возможность извлечь максимум выгоды из результатов), принимавшая порой довольно острые формы, означала по сути дела дублирование работ, нерациональную трату сил и средств. Объединение усилий, очевидно, могло ускорить решение проблемы, и многие участники исследований со стороны государственных организаций стремились к такому объединению, но довольно долго натывались на несогласие и язвительную критику Дж. Вентера, одного из руководителей фирмы «Селера». В конце концов дело дошло до вмешательства президента США Б. Клинтона, который написал своему советнику по науке Н. Лейну записку: «Реши вопрос... добейся, чтобы эти парни работали вместе».

К этому времени (весна 2000 г.) и Вентер понял, что его неуступчивость ведет к тому, что он теряет авторитет среди коллег, может бросить тень на самое величайшее научное достижение века, да кроме всего прочего, наносит вред финансовому положению фирмы «Селера». После совместной декларации Б. Клинтона и премьер-министра Великобритании Т. Блэра, в марте 2000 г. заявивших о том, что вся информация о геноме должна распространяться свободно и безвозмездно, цена акций «Селеры» на фондовой бирже США резко упала – со 189 долл. за акцию до 149,25 долл.

В мае прошла серия весьма напряженных встреч Коллинза и Вентера, в итоге согласие было достигнуто, и в июне стороны выступили с совместным заявлением, объявив, что они расшифровали практически все 3,1 млрд. биохимических

«букв» ДНК человека, кодированной информации, в соответствии с которой человеческий организм создается, развивается и функционирует. Совместное заявление было тщательно сформулировано так, чтобы обе стороны выглядели равными, но тем, кто обладает внутренней информацией, было ясно, что исследования Вентера продвинуты намного дальше. Хотя участники HGP декодировали 97% «букв» генома (а оставшиеся 3% все рассматривают как не поддающиеся локализации и несущественные), на момент декларации о завершении проекта они определили последовательность только 53% этих «букв». Можно сказать, что они располагали всеми страницами так называемой «книги жизни», и страницы эти были расположены верно, но слова и буквы на каждой из них оставались полностью перепутаны. И чтобы их «распутать», ученым, по оценке Коллинза, требовалась еще пара лет.

У фирмы «Селера» положение было иным – она имела не только страницы, но и слова, и буквы на них в нужном порядке. Но ни сотрудники этой фирмы, ни сотрудники HGP еще не знали, что означали каждое слово и каждая буква.

В качестве материала для расшифровки генома исследователи – участники HGP использовали образцы крови и спермы 12 анонимных доноров. Образцы были смешаны, чтобы результаты не были привязаны к какой-то одной конкретной личности. Фирма «Селера» поступила следующим образом: дала объявление в газете «Вашингтон пост», отобрала из тех, кто откликнулся, 30 человек, мужчин и женщин, принадлежавших к разным этническим группам, и использовала «материал» шести из них. Как известно, в молекуле ДНК в разных сочетаниях фигурируют четыре «базы», или «буквы» – аденин (А), цитозин (С), тимин (Т) и гуанин (G). Всего они встречаются в геноме человека около 3,2 млрд. раз. Примерно 97% из них – «отбросы», пустышки. Содержательную часть образуют гены. Ген – это участок ДНК, который передает клетке информацию о том, как и какой белок следует изготовить из тех или иных аминокислот. Каждая аминокислота закодирована последовательностью из трех «букв». Клетка считывает содержащийся в гене код, захватывает соответствующие аминокислоты и, соединяя их в определенном порядке, создает белок. Большинство ученых полагают, что в геноме человека находится порядка 100 тыс. генов. Далее, в геноме – 23 хромосомы. В клетке – по две ко-

пии каждой из них, по одной от каждого родителя, всего, таким образом, 46. Последняя, 23-я пара – это хромосомы, определяющие пол.

В процессе расшифровки генома исследователи обычно берут небольшой участок хромосомы и делают тысячи его неполных копий, каждая из которых начинается с одного и того же конца, но отличается от других своей длиной. На второй конец «сажают» молекулу флуоресцирующего вещества; причем каждой «букве» (а копии кончаются на разных «буквах») соответствует свой цвет флуоресцента. Разделяя полученные копии по длине и считывая последнюю «букву» по цвету флуоресцента, исследователи устанавливают последовательность «букв» во взятом участке хромосомы. Затем аналогичным образом изучается следующий участок и т.д., а после этого участки «стыкуются» и выявляется последовательность «букв» в хромосоме в целом. Почти все описанные операции сегодня выполняются специальными машинами-автоматами, оснащенными роботами. Это позволяет проводить расшифровку неизмеримо быстрее, чем в начальный период работ, когда все это делалось «вручную». Например, расшифровку генома дрожжей, которая ранее продолжалась 10 лет, современные машины могут выполнить за один день.

Несколько иной, значительно более быстрый метод расшифровки разработан и используется фирмой «Селера». Он получил название «пулеметный» (shotgun sequencing). Вместо того чтобы определять последовательно отдельные участки хромосомы, весь геном расчлениают на небольшие фрагменты, они помещаются на специальную палетку и анализируются оптоэлектронной компьютеризированной установкой. Компьютеры, отыскивая перекрывающиеся друг друга фрагменты, «собирают» их подобно тому, как мы собираем мозаичные головоломки. Эта методика очень хорошо зарекомендовала себя при расшифровке геномов простейших организмов, но она пригодна и для анализа сложных вариантов. В начале 2000 г. Вентер доказал это, проведя расшифровку генома мухи дрозофилы. Кроме того, к концу того же года он расшифровал геном мыши, а это, ни много ни мало, 2,3 млрд. «букв», и в нем много сходного с геномом человека, хотя последний, естественно, гораздо больше. Если представить его себе в виде книги, содержащей соответствующее количество букв, то он займет девять томов, каждый размером с теле-

фонный справочник. Чтобы прочесть их вслух, потребовалось бы более девяти лет.

Стремясь обеспечить высокий уровень надежности результатов, участники HGP перепроверили свои данные семь раз, а фирма «Селера» – пять раз. Надо, однако, иметь в виду, что, хотя геном считается полностью расшифрованным, в нем остаются небольшие участки, где последовательность букв не поддается определению с помощью современных, пусть и самых совершенных, методик. Основная причина таких «провалов» (а их порядка 10%) – это наличие участков, фрагменты которых оцениваются на базе этих методик как совершенно идентичные, так что решить, в какой последовательности они располагаются один за другим, невозможно. Правда, большинство ученых полагают, что такие участки генов не содержат, и, следовательно, точно знать, как они расположены, не обязательно.

Что может дать расшифровка генома? Ученые полагают, что уже в 2010 г. доктора смогут лечить нас от рака или сердечно-сосудистых заболеваний даже раньше, чем эти заболевания проявятся. Расшифровка генома человека должна привести к фундаментальным изменениям профилактической медицины. Знание структуры генома является важнейшей предпосылкой идентификации генов и выяснения функциональной роли каждого из них, а на этой основе могут быть созданы лекарственные препараты, способные корректировать дефектные гены и, следовательно, предотвращать наследственные заболевания или устранять склонность к таким заболеваниям. Журнал «New Scientist» писал в специальном выпуске от июня 2000 г.: «В 2010 г. рутинное обследование будет заключаться в том, что у вас возьмут образец крови или клетки какой-нибудь части тела, извлекут из этих клеток ДНК, и ее скрининг, т.е. последовательный контроль всех звеньев, определит степень риска того или иного заболевания. Уже сегодня науке известны некоторые отдельные гены, дефекты которых обуславливают определенные редкие заболевания, но в будущем станет возможным уже на зародышевой стадии выявлять склонность к весьма распространенным болезням, которые проявляются во взрослом возрасте, таким, как диабет, сердечные заболевания, рак, и, вероятно, даже столь комплексные психические болезни, как шизофрения и депрессия» (12, с. 1). Поскольку перечисленные забо-

левания являются следствием не только генетических, но и внешних факторов, результатами обследования будет лишь выявление степени риска, а не «да» или «нет». В какой-то мере это будет напоминать повсеместные сегодня измерения величины артериального давления или уровня содержания холестерина в крови. Для пациентов такие данные не означают приговора, а являются информацией, которой они могут воспользоваться.

Разумеется, технически процедура скрининга будет несравнимо более сложной, чем анализы, выполняемые сегодня. Суть ее будет в том, что гены пациента будут сопоставляться с известными вариантами дефектных генов. Последние будут представлены своего рода чипом, интегральной схемой ДНК – тонкой стеклянной пластинкой размером с почтовую марку. На пластинке должны быть наклеены цепочки ДНК, у которых имеются дефектные гены, тысячи таких цепочек. Когда ДНК пациента добавится к чипу, то при наличии дефектов к соответствующим участкам ее «приклеятся» цепочки чипа с аналогичными дефектами. Остальные не проявившие сходства цепочки будут смыты. Затем электронные сканеры «считают» полученную картину, и в течение нескольких часов для каждого гена ДНК пациента будет известно, имеет ли он дефект и какой или никаких дефектов не имеет. Анализ всех в совокупности генов позволит определить степень риска каждого наследственного заболевания.

Подробное изучение генов и их дефектов позволит гораздо подробнее и надежнее, чем сегодня, классифицировать разные типы злокачественных опухолей и разновидности болезней, определить, какой лечебный препарат может оказаться наиболее эффективным в том или ином случае. Например, пациенты, страдающие болезнью Альцгеймера из-за наличия в их ДНК дефектного гена, который обозначается символом ApoE^x4, хорошо реагируют на препарат такрин. А для тех, у кого эта болезнь обусловлена другими вариантами генных дефектов или совокупностью нескольких вариантов, это лекарство неэффективно. Недавно выяснено, что один из типов липомы имеет две разновидности, связанные с двумя разными генами. Под микроскопом клетки обоих видов опухоли выглядят одинаково. Но одна разновидность хорошо поддается химиотерапии, а вторая – нет. Во всех таких случаях

скрининг ДНК мог бы определить оптимальную стратегию лечения.

Таким образом, основные потенциальные достижения в области медицины, дорогу которым открывает расшифровка человеческого генома, связаны с надеждами на освобождение от наследственных заболеваний. Насколько эти надежды обоснованы, сказать пока трудно.

Наряду с надеждами все это вызывает и опасения. Изменения, которые произойдут в медицине на основе генной инженерии, могут оказаться позитивными не для всех. Они могут расширить разрыв между бедными и богатыми вплоть до того, что возникнет класс генетически неполноценного населения. Очень немногие жители развивающегося мира смогут выиграть от того, что скрининг ДНК и выявление риска тех или иных заболеваний станут возможными. Да и в богатых странах выигрыш будет далеко не одинаков для разных социальных групп.

Одна из причин такого неравенства заключается в том, что результаты скрининга будут интересовать не только конкретного индивидуума и его доктора, но и, к примеру, страховые компании. Они очень хотели бы знать, какую судьбу уготовила «генная карта» каждому их клиенту. В странах, где действует национальная система здравоохранения, это может главным образом сказаться на шансах получить медицинскую страховку. В ряде стран (Великобритания, Нидерланды и др.) уже действуют законы, запрещающие страховщикам требовать генетическое тестирование в качестве предварительного условия выдачи страхового полиса. Но эти законы нередко обходят, стремятся получить (и часто получают) доступ к уже имеющимся результатам такого тестирования.

Еще сложнее ситуация в странах, где здравоохранение оплачивается страховыми компаниями. В США федеральный закон запрещает дискриминацию по генному признаку при страховании по месту работы. Но это охватывает только 80% населения. Оставшиеся 20%, в том числе те, кто занят индивидуальной трудовой деятельностью, не имеют надежной юридической защиты, «...только мешанина из нечетких и часто неадекватных законов штатов стоит между ними и жесткой реальностью экономики медицинского страхования» (12, с. 2). Правда, в апреле нынешнего года Консультативный совет по генетическому тестированию при Министре здраво-

охранения, созданный в 1988 г., рекомендовал принять федеральный закон, запрещающий генную дискриминацию любого гражданина при приеме его на работу или при оформлении медицинской страховки. Закон должен также гарантировать тайну генетической информации, содержащейся в медицинской документации. «Без такой защиты, – считают члены комитета, – население будет избегать генетического тестирования, которое на деле может оказаться полезным и необходимым для здоровья и благополучия» (12, с. 2).

Есть, правда, специалисты, которые считают, что угрозы дискриминации на основании результатов генного тестирования практически не существует. Во-первых, утверждают они, не только несправедливо, но и неразумно отказывать какому-либо специалисту в приеме на работу только потому, что он, возможно, когда-то в будущем умрет от некоторого заболевания. Во-вторых, на плечи страхователей ляжет столь солидный груз затрат на множество очень дорогостоящих тестов, что проще и дешевле допустить, что у всех есть риск, связанный с наследственностью, и разделять людей по этому признаку бессмысленно. «Мы все живем с 30–40 погрешностями в нашей молекуле ДНК, – утверждает упоминавшийся выше Ф. Коллинз, – расчет риска, со всеми ними связанного, представляется безнадежно сложным, попросту невыполнимым» (12, с. 2).

Однако опасения, связанные с генным скринингом, выходят далеко за рамки медицинского страхования. Медики уже умеют определять наличие у человеческого эмбриона единичных дефектных генов, например гена, вызывающего кистозный фиброз. Чем лучше и полнее мы будем знать, какие у нас гены и как они влияют на организм, тем больше будет у родителей возможностей выбора разных воздействий на потомство, возможностей «конструировать» ребенка с желаемыми качествами. Пессимисты даже считают, что дело может дойти до появления нескольких разновидностей людей.

Большинство же полагают, что новая технология – генный скрининг – вряд ли будет применяться для оценки генетического потенциала эмбрионов. Кому, к примеру, захочется знать, что его еще не рожденный ребенок на 70% имеет шанс заболеть диабетом, достигнув 50 лет. Такая тягостная информация не нужна, лучше ее не иметь. Далее, мы, по всей вероятности, выясним, что такие качества, как ум, способ-

ность к лидерству и т.п., являются результатом взаимодействия множества генов, а не зависят от какого-то одного из них. В общем, маловероятно, что «сконструированные» дети появятся в обозримом будущем. Но никогда нельзя говорить «никогда». Кто знает, что случится через 100 или 1000 лет?

Сколь значителен успех и что делать дальше? Заявление о завершении работ по расшифровке генома человека наделало очень много шума. Газеты, радио, телевидение посвятили ему массу статей и передач. Видные политики, руководители государств выразили свое восхищение и дали событию высочайшие оценки. Президент Клинтон устроил по этому поводу прием в Белом доме, пригласив участников работ, других крупных генетиков, членов Конгресса и правительства. Выступая на приеме, он заявил: «Сегодня мы изучаем язык, на основе которого Бог создал жизнь» (13, с. 2).

Однако мнения о значительности события далеки от единодушия. Является ли расшифровка генома биологическим эквивалентом высадки человека на Луну, достижением, которое совершит революцию в медицине и даст человечеству возможность управлять своей эволюцией в будущем? Или это сенсация, раздутая заинтересованными лицами, которая лопнет как мыльный пузырь, не оправдав романтических ожиданий? А может, это нечто среднее, технологическая новация, подобная многим другим, от ракет до ядерной энергии, и она принесет свою долю чудес и разочарований, а иной раз и трагедий? Одно совершенно ясно: окончательный ответ нам придется ждать еще очень, очень долго.

Во всяком случае, все согласны с тем, что сделан лишь первый шаг в познании астрономической сложности человеческих генов и их загадочного взаимодействия. Стремясь разгадать тайну, ученые еще много ночей будут жечь свет в лабораториях. Десятилетия, а возможно, век или еще дольше. Трудность задачи можно представить себе, если вообразить запись всех произведений Шекспира слово за словом, слитно, без пробелов и знаков препинания, причем ее должен прочесть человек, не знающий английского языка. Прежде всего необходимо разобраться с количеством генов. Специалисты, занимавшиеся расшифровкой генома, крупно расходятся в оценках – от 30 тыс. до 120 тыс. Надо определить местонахождение каждого гена, а пока никакой логики или ритма в их расположении не установлено, предполагается,

что некоторые гены могут даже состоять из находящихся достаточно далеко друг от друга нескольких фрагментов цепочки ДНК. Далее, предстоит выяснить, какова функция каждого гена, как она реализуется и каким образом связана с болезнями человека; как гены связаны между собой – ведь в любом биохимическом процессе в клетке участвуют одновременно множество генов, как-то взаимодействующих друг с другом. ДНК любого организма крайне сложна. Ярчайшей тому иллюстрацией может служить сопоставление числа типов генов у человека и, допустим, у дрожжей. Казалось бы, разница должна быть колоссальной. Но на самом деле она невелика, всего-навсего пять крат. Более того, большинство наших генов совпадают с таковыми у животных, растений и даже столь примитивных форм жизни, как бактерии. Большое число генов, жизненно важных для «ведения хозяйства» в наших клетках, к примеру отвечающих за считывание ДНК и за ее, так сказать, ремонт, совпадают с генами, определяющими жизнедеятельность бактерий. Далее, поднимаясь по тропе эволюции, мы разделяем одни и те же гены с растениями и такими низкоорганизованными тварями, как черви или мухи. Так, ген, который называют «Sonic hedgehog», играет ключевую роль в росте и ориентации мушиных крыльев по мере развития насекомого. В эмбрионе человека эквивалентный ген «дирижирует» ростом и ориентацией наших рук. Еще больше сходства между генами человека и млекопитающих, которые, в свою очередь, ассимилировали и усовершенствовали генетические механизмы более простых организмов. Гены мышей удивительно похожи на наши, и мышинный геном часто называли «Розеттским камнем» (18), сыгравшим большую роль в постижении функций генов человека. Геном шимпанзе отличается от нашего всего на 1,5%. Теоретически анализ именно этой частицы генома мог бы объяснить, что именно делает нас людьми. А что касается сходства и различия в генах собственно людей, то у всех более 99% их полностью совпадают и только доля процента различается, обуславливая разницу между представителями разных рас и национальностей, а также внутри таковых – в комплекции, росте, цвете глаз и т.д., включая склонности к тем или иным наследственным заболеваниям.

В июне 2000 г. ученые Института Кюри в Париже опубликовали предварительные результаты сравнительного ис-

следования хромосом столь далеких друг от друга особей животного мира, как шимпанзе, зебры и землеройки. Они обнаружили, что, хотя по структуре их хромосомы отличаются друг от друга, собственно гены по сути дела не меняются. Похоже, что различные виды организмов появлялись в результате постепенного копирования, модификации и рекомбинации уже существовавших генов, а не вследствие каких-то радикальных скачкообразных перемен. Но, видимо, в ходе накопления «дупликаций» сходные гены начинали выполнять совсем другие функции, подобно тому как совершенно одинаковые белки выполняют разные функции в нашем теле. Например, белок, участвующий в формировании хрусталика глаза, фактически неотличим от белка, «переваривающего» алкоголь в печени, если поместить его в пробирку со спиртом, то он его тоже будет разлагать.

Именно процесс дупликации дает более высоким, многоклеточным формам жизни преимущество перед более низкими формами. Большинство генов в простых, примитивных формах, таких как бактерия, выполняют и ныне те же функции, что они выполняли, когда 3 млрд. лет назад появились первые одноклеточные... Можно проследить весь процесс эволюции как процесс дупликации и модификации первоначальных генов. Это все равно что иметь дело с кирпичиками. Можно построить из них гараж, а можно – небоскреб. Дело не в материале, а в том, как он используется.

Наконец, чтобы покончить с перечнем проблем, связанных с ДНК и генами, нужно отметить, что пока совершенно не ясна роль тех парануклеотидов, которые не являются генами. А они составляют основную часть цепочки генома. Каковы их функции, как они взаимодействуют с генами, если такое взаимодействие имеет место? Есть предположения, что они определяют порядок «включения» и «выключения» генов, но четкого понимания их роли нет, да и вряд ли она сводится к «включению» и «выключению».

Сотрудник Национальной лаборатории Лоуренса Беркли Института молекулярных исследований в Калифорнии С. Бреннер (S. Brenner) утверждает, что «изучение каждого гена и его продукции потребует приблизительно 40 лет. Геном человека обеспечит создание по меньшей мере 50 тыс. профессорских вакансий в университетах и лабораториях» (12, с. 4). Короче говоря, расшифровка расшифровкой, и это очень

серьезное достижение, но вопросов о содержании генома и функциях его отдельных составляющих, о происходящих в нем процессах остается несметное количество.

И даже если представить себе, что ученым удалось на все перечисленные выше вопросы о генах и геноме ответить, то перед ними встанет не менее, а скорее еще более трудная задача – понять, как конкретно гены «руководят» клеткой при строительстве молекул различных белков, составляющих основу нашего организма и являющихся главными участниками процессов метаболизма. Знание генетического кода как такового на этот вопрос не отвечает. После того как завершена «сборка» химических компонентов белка в единое целое, он сворачивается, принимая уникальную, лишь ему свойственную форму, напоминающую кренделек, которая и позволяет ему осуществлять специфичную биологическую функцию подобно тому, как особая форма позволяет ключу открывать замок. Однако – и в этом-то загвоздка – ученые, несмотря на колоссальные усилия и использование мощнейших компьютеров, никогда еще не могли, основываясь на химическом коде конкретного гена, предсказать форму белка, который этому коду соответствует. А после того как белки созданы, они могут претерпевать поразительно широкий набор самых разнообразных трансформаций – от них отделяются некоторые группы, к ним присоединяются сахара, их конфигурация может меняться и каждая из этих трансформаций может изменить функцию белка. Биологи подозревают, что функциональный набор белков в человеческом организме – протеом – по численности превосходит набор генов примерно в 10 раз.

Некоторые исследователи вообще считают, что представление о том, что в генах заключено объяснение всех тайн биологии, не более чем ложная догма. «Биология просто гораздо сложнее, чем все то, что можно объяснить на основе знания ДНК», – утверждает, например, профессор молекулярной биологии и биологии клетки Калифорнийского университета (Беркли) Р. Штрман (R. Strohmman) (13, с. 3).

Вообще говоря, специалисты понимают, что генетики в своих публичных выступлениях, в контактах с государственными чиновниками и широкой общественностью слишком упрощают стоящие перед ними проблемы главным образом по финансовым соображениям. Они понимают, что как только

покажут все нюансы и сложности генетики, ограничивающие ее сегодняшние возможности, они лишатся понимания, которое сегодня гальванизирует общественность и обеспечивает поддержку генетических исследований налогоплательщиками. Поэтому немало желаемого выдается за действительное, возможные сроки решения тех или иных проблем оцениваются крайне оптимистично, и у публики появляются неоправданно радужные ожидания и надежды.

Это, по мнению многих скептически настроенных ученых, относится и к проблеме избавления человека от наследственных заболеваний, и к проблеме «конструирования» потомства, совершенствованию человеческой породы. Даже те, кто с великим энтузиазмом встретил заявления о расшифровке генома, скептически относятся к возможности устранения всех наследственных заболеваний, устранения их навсегда из ДНК человека. Многие считают, что это утопичная мечта. Большинство таких болезней, по-видимому, являются результатом сложного взаимодействия различных генов. Эти взаимодействия настолько запутаны, что на то, чтобы их хотя бы установить, потребуются десятилетия исследований. А многие из них могут оказаться столь сложными, что разобраться в них будет невозможно. Джеймс Ватсон (James Watson), знаменитый сооткрыватель структуры ДНК в виде двойной спирали, в своей последней книге «Любовь к ДНК» пишет: «Мы не должны жить с ошибочным представлением о том, что нам когда-нибудь удастся эффективно контролировать большинство наследственных заболеваний. Многие из них могут оказаться невосприимчивыми к лекарственной или к генной терапии, когда здоровые гены вводятся в клетку, чтобы компенсировать влияние дефектных. Особенно трудно будет делать это на зародышевой стадии. Если ключевые гены, контролирующие связи клеток мозга, не сработают, пока зародыш находится в матке, никакая терапия, ни лекарственная, ни генная, не сможет верно “перемонтировать” мозг на более поздней стадии» (13, с. 6).

Показателен такой пример. Луис Полинг, знаменитый химик, участвовавший в создании атомной бомбы в 40-х годах, установил прямую связь между небольшой мутацией определенного единичного гена и одним из видов анемии. Открытие взволновало научный мир. Ожидалось, что вскоре будет найден способ излечения этой болезни. Но и сегодня,

более полувека спустя, такой способ не найден. Не один ген оказался «виновником» заболевания, а какая-то комбинация генов, которая и по сей день остается нераскрытой. Исследователи полагают, что речь может идти о совместном воздействии 100 или даже 1000 генов.

А как объяснить тот факт, что у идентичных близнецов, имеющих один и тот же генетический код, наследственные заболевания могут не совпадать? Иллюзией, по мнению многих генетиков, является и возможность методами генной инженерии совершенствовать способности человека. Д-р Пол Биллингз (Paul Billings), врач, генетик и главный редактор издаваемых в Сан-Франциско страничек новостей по проблемам биологии и биотехнологической промышленности (GenLetter), уверен, что такие качества, как способность к творчеству, ум и т.п., определяются не столько биологическими, сколько социальными факторами, средой, воспитанием. А та составляющая, которая является биологической, контролируется практически всей генетической системой в целом, сложнейшим взаимодействием всех ее элементов, так что «надежное конструирование потомства с теми характеристиками, которые желательны, просто невозможно» (13, с. 3).

Есть еще одна проблема, порожденная расшифровкой генома человека. В 1999 г. ученые, занимающиеся проблемами СПИДа, были сначала очень удивлены, потом озадачены, а в конце концов крайне рассержены. Фирма «Науки о геноме человека» (Human Genom Sciences – HGS), расположенная в Роквилле, штат Мэриленд, гордо объявила в своем пресс-релизе, что она запатентовала способ воздействия на ген человека, отвечающий за работу клеточных рецепторов, который, как считают, позволяет вирусу СПИДа проникать в клетку. Данный ген обозначается символом CCR5. Заявка фирмы основывалась не на ее собственных исследованиях, а на анализе данных, опубликованных участниками HGP. Сочетание свободного доступа всех желающих к результатам расшифровки генома и либеральных требований патентного законодательства позволяет получать патенты тем, кто ничего сам не делал. Особенно активны в этом отношении фирмы HGS и «Incyte Genomics» (последняя расположена в городе Пало-Альто, штат Калифорния), которые подали уже тысячи заявок, базирующихся на данных о последовательности нуклеотидов в геноме и некоторых догадках, подкрепленных

компьютерным анализом указанных данных. Активно подают заявки и организации, участвующие в HGP, и прочие, занимающиеся генетическими исследованиями. Патентное ведомство США завалено заявками на подобные патенты, таких заявок там более 20 тыс. Европа в этом отношении разворачивается медленнее, но, по данным Европейского патентного бюро в Мюнхене, несколько тысяч заявок там тоже рассматриваются.

Как вся эта патентная активность может сказаться на дальнейших исследованиях генома человека, отдельных генов и т.д.? Ведь фактически организация – держатель патента становится как бы монополистом, владеющим исключительным правом манипуляций с тем или иным геном. Это, безусловно, может ограничить, а то и застопорить или затормозить научно-исследовательские проекты. С другой стороны, активное патентование вызывает приток инвестиций в фармацевтическую промышленность, в том числе на исследования и разработки – перспектива получить защищенное патентом лекарство от какого-либо наследственного заболевания крайне соблазнительна. Обе тенденции проявляются сегодня вполне отчетливо. И первая из них вызывает опасения у многих ученых.

Широко распространено мнение, что академические бесприбыльные исследования обладают иммунитетом от патентных притязаний. Однако практика свидетельствует о другом. В этом уже убедился А. Рид (Andrew Read), генетик, работающий в Госпитале святой Марии в Манчестере, Великобритания. Рид исследует гены, дефекты которых, как считают, влияют на заболевание раком молочной железы и кистозным фиброзом. Никаких коммерческих аспектов его эксперименты на данной стадии не имеют. Но изучаемые им гены запатентованы, и одна из фирм – держателей патентов уже потребовала от него лицензионных платежей. Аналогичный случай имел место и в США – фирма «Myriad Genetics» в г. Солт-Лейк Сити, штат Юта, предъявила претензии к лабораториям, тоже изучающим ген BRCA I, с которым связан рак молочной железы. Речь опять-таки идет о лицензии и лицензионных платежах.

В то же время если будет обнаружена какая-то иная биологическая функция уже запатентованных генов, то и по этому поводу можно будет получить патент. Легко предста-

вить себе, какая вакханалия судебных исков и процессов способна разразиться вокруг всей многотысячной массы «генных» патентов! Юридические фирмы, без сомнения, уже облизываются, предвкушая многочисленные и длительные иски в связи с действительным или мнимым нарушением патентных прав.

Одновременно с расшифровкой генома человека и после нее аналогичные автоматизированные процедуры были, можно сказать, поставлены на поток, и последовали расшифровки геномов целого ряда животных и растений. Биология, вернее, ее важнейший подраздел, генетика углубилась в мир молекул и генов, в мир величин, измеряемых микронами и нанометрами. Оставаясь частью биологии, эти исследования одновременно являются и одной из нанонаук, широко используют современные нанотехнологии, которым посвящен следующий раздел описания, характеризующий парадигму современного научно-технического развития.

5.6.4. Нанотехнология

Как мы уже отмечали (см. гл. 2), нанотехнология, или нанонаука (оба термина часто употребляются как синонимы), принципиально отличается от традиционных научных дисциплин тем, что выделена не по предметному, а по масштабному признаку, ее областью являются объекты, размеры которых измеряются нанометрами. *Nanos* по-гречески означает «карлик», и нанотехнология имеет дело с миллиардными долями метра. Первым, кто обратил внимание ученых и инженеров на наномир, считается американский ученый Ричард Фейнман (19). Сделал он это в декабре 1959 г., читая свою знаменитую лекцию «В глубинах материи много пространства для науки» (мы даем смысловой перевод английского названия – «There is plenty of room at the bottom»). Фейнман говорил: «Принципы физики, насколько я могу судить, не препятствуют возможности перемещения объектов последовательно атом за атомом. Это не нарушает никаких законов и в принципе может быть сделано. Но практически это еще не осуществлялось, потому что размеры наши слишком велики». Однако в недалеком будущем, полагал он, «мы сможем выстраивать соответствующие нашему желанию конструк-

ции прямо из атомов, из самих атомов» (цит. по: 14, с. 2). В то время это выглядело настоящей фантастикой.

Однако в 1981 г. немецкие физики Г. Бинниг и Г. Рорер создали зондовый сканирующий туннельный микроскоп, с помощью которого можно было разглядеть и даже переносить с места на место отдельные атомы. К этому времени японец Норио Танигучи, тоже физик, ввел в научный обиход термин «нанотехника». После появления микроскопа, образца такой техники, прошло целых восемь лет, прежде чем сотрудникам фирмы IBM удалось, используя его как манипулятор, выложить на поверхности кристалла никеля при температуре почти равной абсолютному нулю за 22 часа три буквы названия своей компании из 35 атомов ксенона. «Жили» эти буквы недолго – как только температура поднялась до -230°C , они испарились. Но окно в наномир было уже открыто, его можно было наблюдать, пользуясь целым семейством микроскопов – туннельным, атомно-силовым, оптическим (все сканирующие и зондовые).

Справедливости ради нужно отметить, что некоторые, в том числе весьма давние, технологии в этот мир уже не раз вторгались. Хорошо всем известное сусальное золото, которым покрывают оклады икон и художественные изделия, а когда-то золотили целые купола церквей, получали и получают методомковки. Толщина сусальных пластин меньше 1 мкм, из 2–3 г золота получают около 1 кв. м покрытия. Так называемые нити Волластона из платины или золота используются в научных приборах более 100 лет. Их диаметр значительно меньше 1 мкм. В фотоэмульсиях и красках множество наноразмерных частиц, они применяются и в химических реакциях, выполняя роль катализаторов. В приборах для точных линейных измерений сигналы индуктивных датчиков или фотоэлектрических микроскопов усиливаются настолько, что на стрелочном или цифровом отсчетном устройстве регистрируются сотые доли мкм. Есть и иные примеры из области материаловедения, микроэлектроники или манипуляций с ДНК. Но когда сегодня говорят о нанотехнологии, то имеют в виду в первую очередь сенсационные результаты, которые принесли открытия углеродных нанотрубок и фуллеренов, таких нанометрических футбольных мячей, молекул C_{60} (5). Однослойные нанотрубки имеют толщину стенки порядка 1 нм, практически одноатомный слой, а длина их мо-

жет доходить до 100 мкм при диаметре в несколько десятков нанометров. Трубки выращивают на кремниевой подложке, под микроскопом они смотрятся как участок густого леса из одинаковых стволов без сучьев. Потянув за край «леса», получают нановолокна, которые можно сплести в нити. Можно и соткать микроткань, пока, правда, вручную, ткацких наностанков пока не создано. Дело, конечно, не просто в размерах частиц из углерода, да и из многих других элементов. Как выяснилось, столь малые частицы обладают удивительными свойствами, совершенно не похожими на свойства тех же веществ в более крупных габаритах. Дело, видимо, в том, что у нано- и макрочастиц разные соотношения между общим числом атомов и числом атомов, находящихся на внешней поверхности. Физики в этом феномене еще не совсем разобрались. Но главное в том, что новые проявляющиеся у наночастиц свойства чрезвычайно полезны и обеспечивают им очень широкое применение в самых разных отраслях хозяйства, от мелиорации до космической техники. Правда, сегодня освоена лишь небольшая часть потенциально возможных применений.

Из упоминавшегося выше «леса» площадью 1 см² вытягивают несколько метров волокна толщиной 3–4 мкм. Его простым глазом заметить почти невозможно. А если сплести нить толщиной около 20 мкм, то она будет в пять раз прочнее того же диаметра нитей из кавлара. Бронежилет из таких нитей может быть гораздо надежнее существующих. Механические свойства углеродных нанотрубок уникальны, но и электрические не менее удивительны. Трубки бывают как с металлическим типом проводимости, так и с полупроводниковым. И тем и другим прямая дорога в микроэлектронику. К тому же если трубка однослойная, ее электрическое сопротивление не зависит от длины. А допустимая плотность тока в нанотрубках гораздо больше, чем в металлических проводах такого же поперечного сечения, и на два порядка больше, чем в полупроводниках. Применение этих чудотрубок в микросхемах памяти компьютеров – дело ближайшего будущего. То же самое можно сказать о самолетостроении, автомобильной промышленности, производстве космических аппаратов.

Мы уже говорили, что не один углерод, а и другие материалы в виде наночастиц демонстрируют очень полезные свойства. Всем, наверное, известен твердый сплав победит.

Его получают, насыщая мягкую, например хромовую матрицу частицами карбида вольфрама. Если использовать карбид в форме наночастиц (раньше частицы были размером в десятки микрон), то твердость сплава намного возрастает, резцы и фрезы металлорежущих станков становятся долговечнее, а обрабатываемая ими поверхность деталей менее шероховатой, чистота ее возрастает на несколько классов.

Нанодисперсные материалы применяют для изготовления бактерицидных красок, перевязочных материалов, уничтожающих вредную флору и фауну. Это новое направление – создание легких и прочных биологически совместимых материалов имеет очень большое будущее. Во всех типах магнитных носителей информации – на ценниках товаров, на кредитных картах, на компьютерных жестких дисках и т.д. Такие диски и многие другие трущиеся поверхности (детали двигателей, например) защищают от износа алмазными нанопленками. Удобрения, которые вносятся в почву в виде наночастиц, многократно более эффективны, чем макрочастицы. Очистка воды, сбор разлившейся по воде нефти, новые электрические аккумуляторы – перечислить все уже апробированные и внедренные применения наночастиц невозможно. И еще больше перспективных направлений, близких и далеких.

Чрезвычайно многообещающей областью является изучение взаимодействия нано и био. С одной стороны, нанотехнология создает мощные инструменты для фундаментальных биологических исследований и для медицины, а с другой – сами исследователи наномира черпают знания и вдохновение, сталкиваясь со свойствами и возможностями биосистем. Примером может служить биомоторчик в жгутике бактерии *Escherichia coli*. По словам профессора Калифорнийского технологического института М. Рукес, «природа смеется над нами и заставляет нас с утроенной силой продвигать вперед наши исследования» (14, с. 10). Между тем немецкая фирма «Микротек» создала модель «подводной лодки» диаметром 0,65 мм и длиной 4 мм, которая плавает по моделям кровеносных сосудов. Пока она не автономна, винт вращается внешним переменным магнитным полем. Но японская корпорация «Тошиба» уже изготовила электродвигатель диаметром 0,8 мм и весом 4 мкг для такого рода «субмарин». Теперь нужен топливный элемент, который будет

использовать в качестве окислителя кислород, переносимый эритроцитами.

Немало и таких направлений, которые сегодня кажутся научной фантастикой. Они связаны с созданием самоорганизующихся наносистем, способных к репликации, нанофабрик, «размножающихся» в геометрической прогрессии. Из одной такой фабрики, которую с помощью компьютера можно настроить на производство чего угодно из молекул различных материалов, путем последовательного удвоения всего за 20 «циклов» получится миллион ей тождественных, целый большой завод. Такого рода идеями увлечены ряд групп ученых и инженеров, издают бюллетени, в Интернете материалы размещают, конструируют макеты и проводят разные эксперименты. Идеи, в общем, не бредовые, основной довод в пользу реальности этих идей опровергнуть трудно – ведь так природой созданы живые организмы, и для достижения цели надо ее путь повторить в сокращенном по времени варианте. Фантасты просматривают и связанные с созданием упомянутых нанофабрик угрозы. Выйдет такой нанозавод из-под контроля и начнет перерабатывать все подряд, разрушая всю нашу среду обитания. В итоге – перспектива конца света. На эту тему есть роман Э. Дрекслера, одного из идеологов нанофабрик. Роман называется «Машины созидания», издан в 1986 г., довольно давно по нынешним меркам. Дрекслер ввел в литературный обиход термин «серая слизь» – заполняющая все и вся «продукция» бессмысленно размножающейся искусственной жизни. Сходные идеи и опасения высказывал сооснователь фирмы «Sun Microsystems» (США) Билл Джой в статье «Будущее в нас не нуждается».

Бурное развитие нанотехнологии началось в конце XX в. В 1998 г. на одном из слушаний в американском Конгрессе сенатор Лейн говорил: «Если бы меня спросили, в какой области науки и техники наиболее вероятны “прорывы” в будущее, я бы указал на нанотехнологию» (14, с. 2). Через два года США приняли Национальную нанотехнологическую инициативу, которую мы рассматривали во второй главе и на которую правительство США выделяет более 1 млрд. долл. в год. Помимо федерального правительства ИР в области нанотехнологии финансируют штаты, частный сектор, зарубежные организации. В 2004 г. международные корпорации инвестировали в соответствующие проекты 3,8 млрд. долл.,

19 компаний, входящих в перечень Доу Джонса, начали нанотехнологические ИР, появились около 120 новых фирм, занимающихся нанотехнологией, из них в США примерно половина (14, с. 6). Широкомасштабные программы ИР в области нанотехнологии имеют сегодня практически все страны, ведущие научные исследования, ЕС и его члены, Россия, Китай, Южная Корея, Индия, Таиланд, Филиппины, Южная Африка, Бразилия, Чили, Аргентина, Мексика и т.д. Развивающиеся страны возлагают на нанотехнологии очень большие надежды. По результатам солидного обследования, проведенного в 2005 г. канадскими учеными, наиболее актуальными для развивающихся стран приложениями являются следующие.

1. Накопление, производство и преобразование энергии.
2. Повышение эффективности сельскохозяйственного производства.
3. Рациональное использование водных ресурсов и очистки воды.
4. Выявление и диагностирование различных заболеваний.
5. Методы доставки в больной организм лекарственных препаратов.
6. Обработка и хранение пищевых продуктов в тропиках.
7. Оценка степени загрязнения воздуха и способы его очистки.
8. Прогрессивные строительные материалы и их применение.

Эксперты считают, что успешное развитие этих направлений позволит сделать мир более справедливым, поднять уровень жизни населения развивающихся стран.

В России тема «Индустрия наносистем и материалы» является частью федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России». На нанотехнологии за 2005–2006 гг. было потрачено 5 млрд. рублей. С 2007 по 2012 г. намечено вложить еще не менее 70 млрд., это приблизительно столько же, сколько выделяет правительство США. В 2006 г. на российском экономическом форуме в Санкт-Петербурге демонстрировалась первая российская нанотехнологическая установка «Nanofab-100», в которую входят тоннельный сканирующий и атомно-силовой микроскопы, модуль для модификации материалов сфокусированными

ионными пучками и модуль для наращивания нанопленок. Многие российские предприятия микроэлектроники занялись nanoиндустрией, начали выпускать композиты на основе углеродных нанотрубок, ремонтно-восстановительные смеси и нанодисперсные материалы. В области материаловедения Россия сохраняет одно из ведущих в мире мест, унаследовав от СССР хорошую школу материаловедов.

Завершим мы раздел о нанотехнологии словами российского физика, известного популяризатора науки, Владимира Решетова: «Предстоящий прорыв инженеров в мир атомов будет не менее значим, чем освоение атомной энергии или выход в космос. Причем особую актуальность исследования в области наномира приобретают в связи с планируемым активным вмешательством в биологические процессы. Выяснение тех законов, по которым организуются живые и неживые системы, может кардинально изменить наш мир, и эти изменения могут иметь столь глобальный характер, что о предстоящих угрозах приходится думать не меньше, чем о гарантированном всеобщем благоденствии» (5, с. 92).

Разумеется, в рамках настоящей работы невозможно осветить все современные области знаний, в которых новые технологии обеспечивают интенсивный прогресс, для этого нужна новая энциклопедия. За рамками остается целый ряд очень интересных и важных отраслей науки, таких как клонирование, геновая инженерия, микроэлектромеханические системы и много иных. Однако те, что хотя бы кратко рассмотрены, вполне представительны и основной предмет нашего анализа – парадигму современного научно-технического развития – иллюстрируют достаточно полно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог характеристикам особенностей и содержания парадигмы научно-технического развития нашего времени, начала XXI в., представляется важным отчетливо подчеркнуть три основных момента.

Во-первых, отметим интернациональный характер современной ПНТР. Она интернациональна прежде всего потому, что ее основные особенности, складывающиеся в силу объективности процесса поступательного развития научного знания и его технологических воплощений, единообразны в своих основных чертах повсюду, где научные исследования выполняются. Кроме того, она интернациональна в силу того, что современные коммуникации, охватывающие практически все страны компьютерные сети создают информационную среду, обеспечивающую гомогенизацию¹ мировой науки, за исключением секретных работ военной направленности, да и те, часто проигрывая гражданским в темпах развития, не говоря уж об экономической эффективности, принципиально общую картину не меняют. Разумеется, научно-технический уровень развития в разных странах не одинаков, но это понятие гораздо шире, чем сфера науки как таковой. А говоря о гомогенизации, мы имеем в виду именно последнюю и рассматриваем гомогенизацию как процесс, как важнейшую тенденцию ПНТР.

Во-вторых, сложившееся к концу XX и началу XXI в. положение науки в обществе и особенности ПНТР создали условия для ее динамичного развития, роста на этой основе

¹ Греческое *homogenes* – однородный; гомогенная система – это система, химический состав и физические свойства которой во всех частях одинаковы или меняются непрерывно, без скачков.

уровня и комфортности жизни в развитых и быстро развивающихся странах, для достижения небывалых ранее темпов научно-технического прогресса. Если выразить прогресс общества в цифрах, то получается очень впечатляющая картина (16). В 1500 г. совокупный мировой продукт в стоимостном выражении составлял сумму порядка 0,5 трлн. долл. США. До 1800 г. он возрастал очень медленно, и к этой дате был близок к 1 трлн. Затем рост несколько ускорился, и за XIX в. ВВП мира достиг примерно 2 трлн. долл. В XX в. картина довольно резко меняется. Медленно растущая парабола превращается в крутую, к концу столетия ВВП насчитывал уже 37,5 трлн. В начале XXI в. функция ВВП (t) при масштабе по оси абсцисс в 1 дюйм на столетие превращается в почти вертикальную прямую. Решающую роль в процессе обогащения человечества играет рост глобального научно-технологического потенциала.

В-третьих, как и во все времена человеческой истории, развитие производительных сил, а ныне наука является их неотъемлемой составляющей, катализатором, опережает прогресс политических структур. Современный политический миропорядок явно не соответствует уровню, достигнутому наукой и технологией. Он до предела насыщен противоречиями. Север и юг оказались на разных ступенях развития, и это постоянно проявляется в самых разных формах. Наиболее очевидная из них — легальная и массовая нелегальная эмиграция из южных стран в развитые страны Европы и Америку. В таких странах, как Великобритания, Франция, Нидерланды, Бельгия, выходцы из бывших колоний и их потомки составляют уже заметную часть населения, так же как испаноязычные и афроамериканцы в США, российские крупные города наводнены легальным и нелегальными выходцами с Кавказа, из Средней Азии, из Вьетнама, по всему миру разбросаны китайские China-town'ы. И с этими мирными перемещениями соседствуют воинственный мусульманский фундаментализм, повсеместно прибегающий к террору, многочисленные движения за самостоятельную государственность, постоянно чреватые вооруженными конфликтами или террористическими актами. Нет согласия и между развитыми державами. Парад разнокалиберных блоков, агрессивные притязания США на роль единственного мирового лидера, их попытки силой насадить «демократию», как они ее понима-

ют, в странах с совершенно иными тысячелетними традициями, нарушающая интересы России политика вовлечения в орбиту американского влияния бывших республик СССР, сплошь и рядом двойные стандарты в политике и т.д. Организация Объединенных Наций явно не справляется с тяжелой ношей мирового арбитра и медиатора, способного благополучно разрешать горячие, тлеющие и потенциальные конфликты. И сегодня все это происходит на фоне мирового финансово-экономического кризиса, на фоне небывалого роста цен на нефть, разгоняющего инфляцию, несколько неожиданного дефицита продовольствия, его подорожания, связанного с переработкой больших объемов зерновых на биотопливо, дефицита пресной воды. Все эти разнообразные и разномасштабные конфликты и неурядицы, скорее разгорающиеся, чем затихающие, отвлекают громадные силы и средства, уводят людские и материальные ресурсы в русло военных ИР, создания все более мощных, разрушительных видов вооружений, на службу которым ставятся все новейшие технологии. Мир неустойчив, ему угрожают и природные катаклизмы, в предотвращении которых решающая роль принадлежит науке, и рукотворные беды и опасности, в борьбе с которыми главными ресурсами являются историческая память и человеческая мудрость.

ПРИМЕЧАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

Введение

1. *Ракитов А.И.* Наука и науковедение XXI века // Вестник Российской академии наук. – М., 2003. – Т. 73, № 2. – С. 128–138. Предложение о замене «парадигмы» на «синтагму» содержится, например, в (1). Обосновывается оно тем, что появились такие комплексные задачи, как проектирование и строительство космических кораблей, требующие использования достижений самых разных научных дисциплин. Но разве проектирование и строительство, например, броненосцев в конце позапрошлого века или первых самолетов не создавало аналогичных ситуаций?
2. Советский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1980. – 1600 с.
3. The new technology development paradigm. – Mode of access: <http://www.state.pa.us/PA-Exec/DCED/tech21-paradigm.htm>. – Last updated April 01.1988. – 4 p.
4. *Lynn L., Satzman H.* Collaborative advantage // Issues in science and technology online. – 2006. – Winter. – Mode of access: <http://www.issues.org/22.2/lynn.html>
5. *Авдюлов А.Н., Кузькин А.М.* Новая парадигма технологического развития: Опыт США // Вестник РФФИ. – М., 2003. – № 1(31). – С. 64–73.
6. *Shinichi Kobayashi, Yoshiko Okubo.* Demand articulation is a key factor in the reconfiguration of the present Japanese science and technology system // Science and publ. policy. – Guildford, 2004. – Vol. 31, N 1. – P. 55–67.

Главы первая и вторая

1. *Бернал Дж.* Наука в истории общества. – М.: Изд-во иностр. лит., 1956.
2. *Bruland K., Mowery D.* Innovation through time / University of Oslo. – Berkeley: Univ. of California, 2004.
3. *Шателъе А.* Наука и промышленность / Пер. с фр. – М.: Изд-во техника управления, 1928.
4. *Miller I.D.* The American people and science policy: the role of public attitudes in the policy process. – N.Y.: Pergamon press, 1983.
5. Японское чудо и советская экономическая система: Японские предложения по реформе экономики в Советском Союзе / Инаба Х., Цуцуми С., ред. – М.: Шелковый путь, 1991.
6. *Nagaoka T.* Production management in Japan before the period of high economic growth // Osaka city university economic review. – Osaka, 1981. – N 17. – P. 17–24.
7. *Fusfeld H.Y.* Technical enterprise: Present and future patterns. – Cambridge (Mass.), 1986.

8. *Weinberg A.M.* Impact of large-scale science in the United States // *Science*. – Wash., 1961. – Vol. 134, N 3473. – P. 161–164.
9. *Kawashima T., Stor W.* A decentralized technology policy: The case of Japan // *Government a. science policy*. – L., 1988. – Vol. 6, N 4. – P. 427–432.
10. *Perrin I.C.* A deconcentrated technology policy – lessons from the Sophia-Antipolis experience / *Environment and planning // Government a. science policy*. – L., 1988. – Vol. 6, N 4. – P. 415–425.
11. *Авдулов А.Н., Кулькин А.М.* Научные и технологические парки, технополисы и регионы науки. – М.: ИНИОН РАН, 1992.
12. *Авдулов А.Н., Кулькин А.М.* Власть, наука, общество. Система государственной поддержки научно-технической деятельности: Опыт США. – М.: ИНИОН РАН, 1994.
13. *Science and engineering indicators 1987 / National science board*. – Wash.: Gov. print. off., 1987.
14. *Vonortas N.S.* Technology policy in the United States and European Union: Shifting orientation towards technology users // *Science and publ. policy*. – Guildford, 2000. – Vol. 27, N 2.
15. *Science and engineering indicators 2000 / National science board*. – Wash.: Gov. print. off., 2000.
16. *Mees C.E.* The path of science. – N.Y., 1946.
17. *Price D.J.* Little science, big science. – N.Y., 1963.
18. *Rescher N.* Scientific progress: A philosophical essay on the economics of research in natural science. – Oxford, 1978.
19. *Weinberg A.M.* Impact of large-scale science in the United States // *Science*. – Wash., 1961. – Vol. 134, N 3473. – P. 161–164.
20. *Кун Т.* Структура научных революций. – М.: Прогресс, 1975.
21. *Fusfeld H., Haklisch C.* Cooperative R&D for competitors // *Harvard bus. rev.* – Boston, 1985. – Vol. 63, N 4. – P. 395–418.
22. *Science and engineering indicators 2004 // National science board*. – Wash.: Gov. print. off., 2004.
23. *Making America work again: Jobs, small business and international challenge. The national commission on jobs and small business*. – Wash., 1987.
24. *The partners of the Ministry of education and research*. – Mode of access: <http://www.bmbf.de>
25. *Antwort der Bundesregierung. Gage der Forschung in Deutschland*. – Mode of access: <http://www.bmbf>
26. *Авдулов А.Н., Кулькин А.М.* Финансирование науки в развитых странах мира. – М.: ИНИОН РАН, 2007. – 113 с.
27. *Information technology R&D: Critical trends and issues – US Congress office of technology assessment*. – Wash., 1985.

28. White paper on science and technology, 2004. – Mode of access: <http://www/mext.go.jp/english/news/>
29. Japanese government. MEXT. – Mode of access: <http://www.mext.go.jp>
30. Базовый план развития науки и техники. – 23 с. – Mode of access: <http://www.sta.go.jp>
31. A history of science policy in the United States, 1940–1985: Report. prep. for the Task Force on science policy, Comm. on science and technology / US House of representatives, 99th Congr., 2nd sess. – Wash.: Gov. print. off., 1986. – VII, 120 p.
32. Европейская федерация зеленых партий. – Mode of access: <http://europeangreens>
33. Декларация глобальных зеленых. – Mode of access: http://greenparty.ua/ru/org/news/greenparty/greenparty-news_18272.html
34. *Marris C., Joly P., Ronda S., Bonnenil C.* How the French GM controversy led to the reciprocal emancipation of scientific expertise and policy making // Science and publ. policy. – Guildford, 2005. – Vol. 32, N 4. – P. 301–308.
35. *Torgersen H., Bogner A.* Austria's agri-biotechnology regulation: Political consensus despite divergent concepts of precaution // Science and publ. policy. – Guildford, 2005. – Vol. 32, N 4. – P. 277–284.
36. Science and engineering indicators 2006 / National science board. – Wash.: Gov. print. off., 2006.
37. Science and engineering indicators 2008 / National science board. – Wash.: Gov. print. off., 2008. – Т. 1–2.
38. *Авдулов А.Н.* Информационное общество: Эволюция, современный этап, уроки для России // Россия и современный мир. – М., 2005. – № 4(49). – С. 5–21.
39. Наука и высокие технологии в России на рубеже третьего тысячелетия. – М., 2001.
40. Наука России в цифрах: Статистический справочник. – М., 2000.
42. Часто первой промышленной считают лабораторию Т. Эдисона, созданную им в 1870 г. Но исключительность самого Эдисона как изобретателя и уникальность всей его деятельности позволяют вывести это событие из общего ряда.
43. Данные учитывают производство 68 стран, на долю которых приходится более 97% мировой экономики (15, гл. 7, с. 6).
41. Население ФРГ – 82,5 млн. человек; Франции – 59,8 млн.; Великобритании – 59,3 млн.; Италии – 57,6 млн.; США – 290,8 млн.; Японии – 127,6 млн.; Канады – 31,6 млн. (данные Всемирного банка, 2003 г.).
42. *Encarta* – это цифровая мультимедийная энциклопедия, мировой атлас, словарь, тезаурус. В 2005 г. *Encarta Premium* – энциклопедия, публикуемая и постоянно дополняемая корпорацией *Microsoft*, – содержала более 68 тыс. слов.

Глава третья

1. The benefits and risks of federal funding of Sematech: A spec. study // US Congress. Budget off. of the Congr. of the U.S. – Wash., 1987. – 110 p.
2. *Greenberg D.S.* Innovate they must // *Business month.* – N.Y., 1988. – Vol. 131, N 3. – P. 32–40.
3. National nanotechnology initiative. About NNI. History. – Mode of access: <http://nano.gov/index.html>
4. Supporting the next industrial revolution: President Bush signs bill authorising US government nanotechnology program // *Ibid.*
5. National nanotechnology coordination office (NNCO) // *Ibid.*
6. 21st century nanotechnology research and development act // *Ibid.*
7. *Vonortas N.S.* Technology policy in the United States and the European Union: Shifting orientation towards technology users // *Science a. publ. policy.* – Guildford, 2000. – Vol. 27, N 2. – P. 97–108.
8. General budget of the European Union for the financial year 2005 // European Commission. Luxemburg: Office for official publ. of the European Communities. – 2005. – ISBN 92-894-8663-5.
9. Science and engineering indicators 2008 / National science board. – Wash.: Gov. print. off., 2008. – Т. 1, 2. Характеристике мирового рынка наукоемкой продукции, прочих товаров, лицензий отведена 6-я глава доклада.
10. Globalization guide. What is globalization? – Mode of access: <http://www.globalisationquide.org/01.html>
11. *Reich S.* What is globalization? For possible answers. Working paper N 261 – December 1998. – Mode of access: <http://www.nd.edu/~kellogg/WPS/261/pdf>
12. *Kobrin S.Y.* It ain't over till the fat lady sings: Three narratives relating the rise and possible fall of the second wave of globalization // The Aharton school, University of Pensilvania. – Mode of access: <http://www-management.wharton.upenn.edu/kobrin/documents/Scenarios%20web.pdf>
13. *Hirst O.Q., Thompson G.* Globalization in question: The international economy and possibilities of governance. – Cambridge, Mass.: Policy press in association Blackwell, 1996.
14. *O'Rourke K.H., Williamson J.G.* Globalization and history: The evolution of a nineteenth century atlantic. – Cambridge (Mass.): MII press, 1999.
15. *Stewart T.* Welcome to the revolution. In: *Information age anthology*, part one. – The information and communication revolution, chapters. – Mode of access: <http://www.ndu.edu/ndu/inss/books/anthologyl/chol.html>
16. *Dahlman C.Y.* China and India: Emerging technological powers // *Issues in science and technology online.* – 2007. – Spring. – Mode of access: <http://www.issues.org/dahlman/html>

17. *Tripathi S.* India's growth path: Steady but not straight // Issues in science and technology online. – 2007. – Spring. – Mode of access: <http://www.issues.org/23.3/tripathi.html>
18. Research and development in the pharmaceutical industry / Congressional budget office. – Wash., 2006.
19. *Laitner S., Cookson C.* Drug makers for R&D spending scoreboard // Financial Times. – London, 2007. – October 6.
20. *Porter A., Newman N., Roessner Y., Xu H.* Hightech indicators: Technology based competitiveness of 33 nations // Georgia institute of technology, 2005. – Mode of access: <http://www.trac.gatech.edu/hti2005/HTI2005FinalReport.pdf>
21. *Yong Suhk Pak, Young-Ryeol Park.* Global ownership strategy of modern enterprises // Management international review. – Wiesbaden, 2004. – Vol. 44, N 1. – P. 3–21.
22. Science and engineering indicators 2006 / National science board. – Wash.: Gov. print. off., 2006. – Т. 1, 2.
25. *Gini coefficient* – мера неравенства доходов богатых и бедных, коэффициент может меняться в пределах 0 (полное равенство) – 1 (максимум неравенства).

Глава четвертая

1. *Price D.Y.* Little science, big science. – N.Y., 1963.
2. *Ковальчук М.* Что надо нано // Поиск. – М., 2006. – № 14. – С. 5–6.
3. *Моргунова Е.* Тезисы о синтезе. Ученым пора по-новому взглянуть на мир? // Поиск. – М., 2009. – № 14. – С. 3.
4. Технополис XXI. – 2009. – № 3 (19). – С. IV. – Режим доступа: <http://www.technopolis21.ru>
5. *Велихов Е.* Чтобы не уничтожить самих себя // Аргументы и факты. – М., 2010. – № 5. – С. 3.
6. Комиссию учредил президент США Дж. Картер 24 октября 1979 г. См. ее доклад: Science and technology: Promises and dangers in the eighties. Report of the Panel on science and technology: Promises and dangers / President's commission for a national agenda for the eighties. – Wash., 1981. – P. 22, 85.
7. *Абдулов А.Н., Кулькин А.М.* Программы регионального развития в контексте государственной научно-технической политики: Опыт США / РАН ИНИОН. – М., 1999. – 168 с.
8. *Подъяков А.Н.* Узнать и обезвредить // Поиск. – М., 2007. – № 21. – С. 10.
9. Подробно об этом см.: *Абдулов А., Кулькин А.* О стратегии партнерства науки и власти // Свободная мысль. – М., 2009. – № 1. – С. 85–100.
10. Интервью В.В. Иванова «Иннограду рады» // Поиск. – М., 2010. – № 32–33. – С. 5.
11. Удвоение чиновников // Время новостей. – М., 2009. – 9 марта. – С. 1.

12. Костиков В. Кто похоронил «гегемона»? // Аргументы и факты. – М., 2009. – № 17. – С. 6.
13. Волчкова Н. Далеко ли до рассвета? // Поиск. – М., 2010. – № 12. – С. 3
14. Шаталова Н. Ватман свернут? Государство намерено строить киберинфраструктуру // Поиск. – М., 2009. – № 31–32. – С. 7, 11.
15. Мирский Э.М. Междисциплинарные исследования и дисциплинарная организация науки. – М.: Наука, 1980. – 304 с.
16. Авдулов А.Н., Кулькин А.М. Контуры информационного общества / РАН ИНИОН. – М., 2005. – С. 155.
17. Тойнби А.Дж. Постижение истории / Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1991. – 736 с.
18. РБК. – 2009. – Сентябрь, № 9. – С. 18.
19. Животовская И.Г. Глобализация и образование: институциональный и экономический аспекты // Глобализация и образование. – М.: ИНИОН РАН, 2001. – С. 33.
20. Шаталова Н. Богатыми будем? Суперкомпьютеры помогут подтянуть экономику // Поиск. – М., 2009. – № 43. – С. 5.

Глава пятая

1. Bonvillian W.B. Science of a crossroads // Technology in society. – NY etc., 2002. – Vol. 24, N 1–2. – P. 27–38.
2. Science and engineering indicators 2004 / National science board. – Wash.: US gov. print. off., 2004.
3. George F.H. After 1984: Prospects for a better world. – Tenbring Wells: Abacus press, 1984.
4. Science and engineering indicators 2000 / National science board. – Wash.: US gov. print. off., 2000.
5. Решетов В. Нанотехнологии или атомы вместо гвоздей // Вокруг света. – М., 2007. – № 4, апрель. – С. 84–92.
6. Симан Н. Двойная спираль // В мире науки. – М., 2004. – № 9. – С. 22–31.
7. Михайлов А.С. Физики задумываются над механизмом работы мозга // Природа. – М., 1987, март. – № 3. – С. 15–26.
8. Сергеев А. Разум из машины // Вокруг света. – М., 2007. – Окт. – С. 90–98.
9. Science and engineering indicators, 1998 // National science board. – Wash.: US gov. print. off., 1998.
10. Жуков Б. Реконструкция сердца // Вокруг света. – М., 2007, янв. – С. 196–204.
11. Ланца Р., Розенталь Н. Стволовые клетки: Сомнения и надежды // В мире науки. – М., 2004. – № 9. – С. 54–61.
12. Genom special // New scientist. – L., 2000. – 26 June. – Mode of access: <http://www.newscientist.com/new/genom.jsp>

13. Davidson K. DNA breakthrough was mostly hype, some scientists say // San Francisco examiner. – 2000. – July 05. – Mode of access: <http://www.sfgate.com/cgi-bin/article.cgi?file=/examiner/archive/2000/07.../>
14. Lane N., Kalil T. The national nanotechnology initiative: Present at the creation // Issues in science and technology online. – 2005. – Summer. – Mode of access: <http://www.issues.org/issues/21.4/lane.html>
15. Singer P., Salamanca-Buentello F., Daar A. Harnessing nanotechnology to improve global equity // Issues in science and technology online. – 2005. – Summer. – Mode of access: <http://www.issues.org/issues/21.4/singer.html>
16. White paper on science and technology, 2004. – Mode of access: <http://www.next.go.jp./English/news.2005/04/05051301/01/htm>
17. Линия – это «потомство» одной клетки, образующееся в результате последовательного деления.
18. Розеттский камень – это базальтовая плита, найденная в 1799 г. в Египте вблизи города Розетта. На ней была высечена надпись на двух языках – греческом и древнеегипетском. Благодаря этой надписи французский ученый Ф. Шампольон смог начать расшифровку египетских иероглифов.
19. Ричард Филлип Фейнман – физик-теоретик, один из основателей квантовой электродинамики; создал новую третью форму квантовой механики, разработал названные его именем диаграммы, модель нуклона, теорию квантовых вихрей. В 1965 г. удостоен Нобелевской премии совместно с С. Томонага и Ю. Швингером.

Сведения об авторах



Авдулов Андрей Николаевич (1930–2008) – главный научный сотрудник ИНИОН РАН, доктор философских наук, кандидат технических наук, лауреат Государственной премии. Закончил два вуза: МГУ (исторический факультет) и Машиностроительный институт. Трудовая деятельность: инженер-конструктор, директор НИИ, руководитель одного из главных управлений Минстанкомпрома РФ. В 1983 г. Сменил административную деятельность на научно-информационную работу. Работая в ИНИОН РАН, опубликовал более десяти книг и множество статей по проблемам науковедения, несколько сотен великолепных по форме и содержанию рефератов и обзоров.



Кулькин Анатолий Михайлович работает в ИНИОН РАН с 1970 г., со дня его основания, доктор философских наук, руководитель Центра научно-информационных исследований по науке, образованию и технологиям. Получил широкую известность в качестве автора многочисленных научных трудов по социальной философии, науковедению, теории информационного общества. В 1970 г. им был создан первый в нашей стране отдел науковедения, преобразованный в 1998 г. в Центр научно-информационных исследований по науке, образованию и технологиям. В 1973 г. основал междисциплинарный реферативный журнал «Науковедение», до сих пор им возглавляемый. А.М. Кулькин опубликовал более 150 работ, в том числе 14 книг. Под его научным руководством вышли в свет более 300 научно-информационных изданий, оказавших большое влияние на формирование нового междисциплинарного научного направления в России и СНГ – науковедения.

А.Н. Авдулов, А.М. Кулькин

ПАРАДИГМА СОВРЕМЕННОГО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Оформление переплета И.А. Михеев
Технический редактор Н.И. Романова
Корректор Н.И. Кузьменко
Компьютерная верстка Л.Н. Снякова

Гигиеническое заключение
№ 77.99.6.953.П.5008.8.99 от 23.08.1999 г.
Подписано к печати 20/X – 2010 г.
Формат 60х84/16 Бум. офсетная № 1.
Печать офсетная Свободная цена
Усл. печ. л. 19,0 Уч.-изд. л. 15,2
Тираж 900 экз. Заказ № 130

Институт научной информации по общественным наукам РАН,
Нахимовский проспект, д. 51/21, Москва, В-418, ГСП-7, 117997
Отдел маркетинга и распространения информационных изданий
Тел. / Факс: (499) 120-45-14
E-mail: market@INION.ru

E-mail: ani-2000@list.ru
(по вопросам распространения изданий)

ППП Типография «Наука»
121099, Москва, Шубинский пер., 6