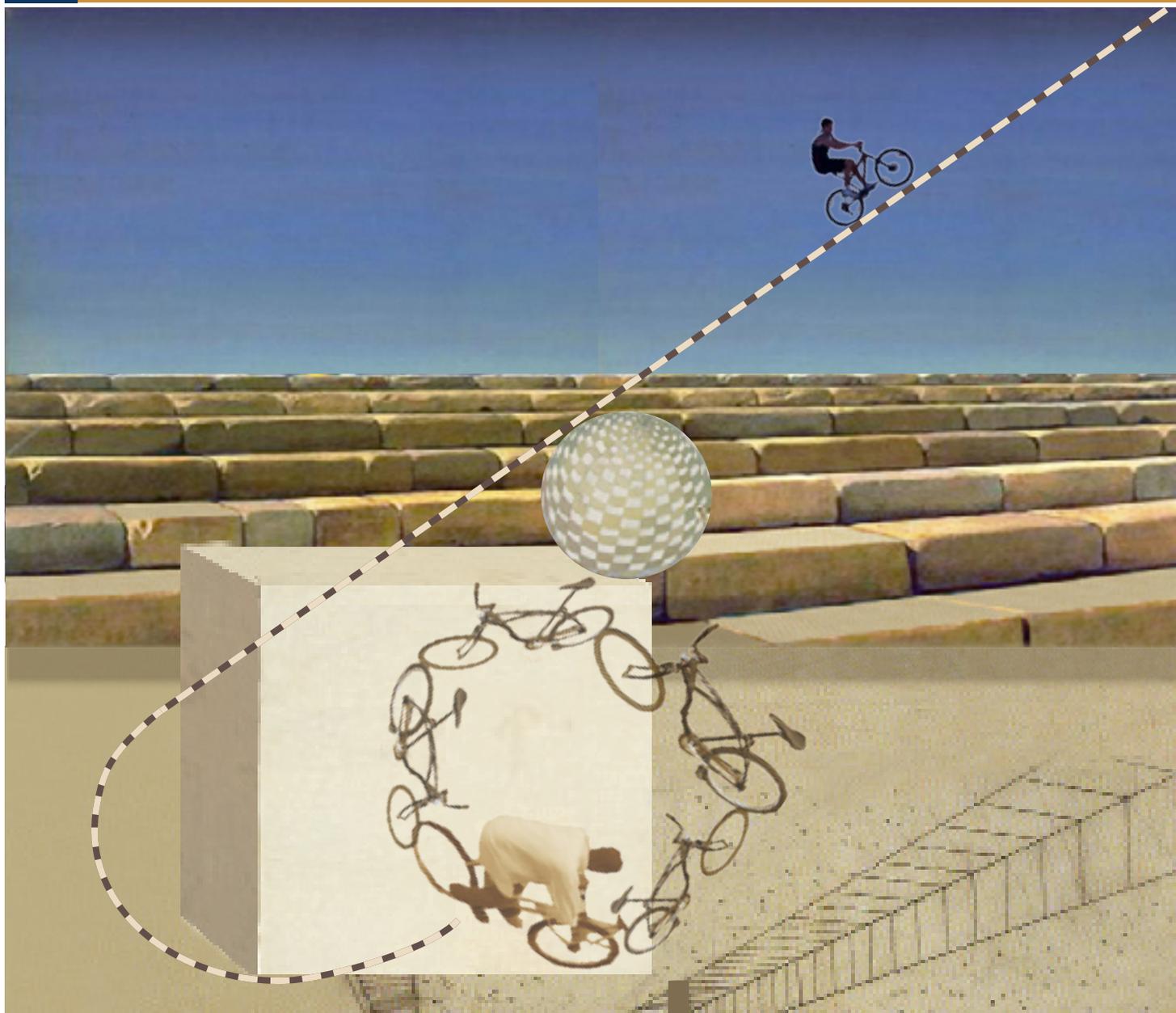


Foresight-Russia ФОРСАЙТ

2013
Т. 7. № 1



НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА «ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»



В НОМЕРЕ

Медицина
будущего

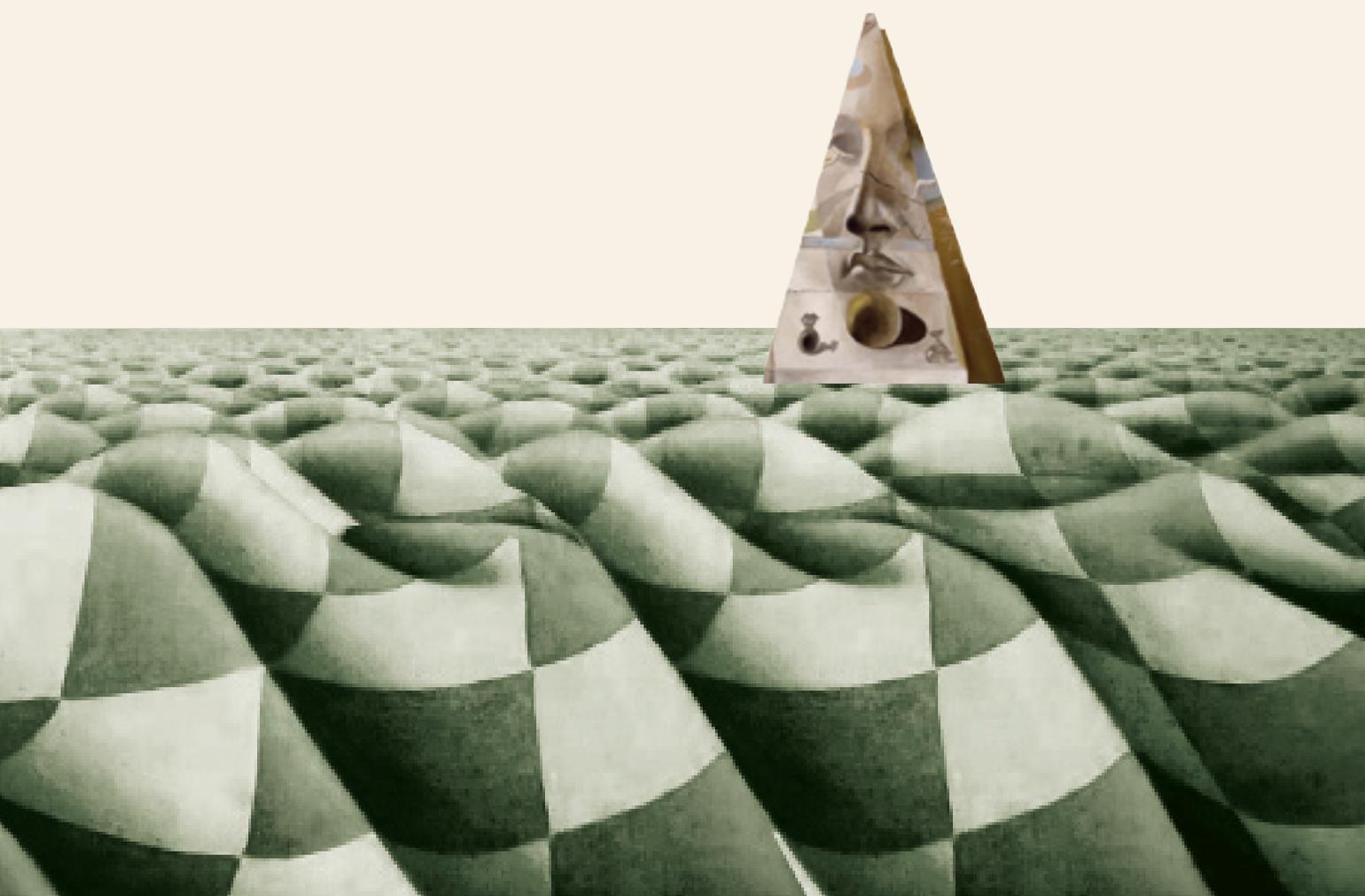
стр. 14

Мониторинг программ
инновационного
развития госкомпаний

стр. 28

Экстремальные
события и шестая
кондратьевская волна

стр. 58



ИНДЕКСИРОВАНИЕ ЖУРНАЛА

Ulrichsweb

EBSCO

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)

База данных ВИНТИ



ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ ФОРСАЙТ

Издается с 2007 года

В соответствии с решением Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации журнал «Форсайт» включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по направлению «Экономика» (протокол заседания президиума ВАК № 6/6 от 19 февраля 2010 г.).

Рейтинг журнала по импакт-фактору в Российском индексе научного цитирования (за период 2008–2010 г.)

- Науковедение — 1
- Организация и управление — 1
- Экономика — 3

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС

Агентство «Роспечать»
80690

«Пресса России»
42286

Стоимость подписки
на полугодие **880 руб.**
(включая НДС)

Журнал выходит
ежеквартально

БОНУС

подписавшимся
на четыре выпуска

СТАТИСТИЧЕСКИЕ СБОРНИКИ



Наука. Инновации.
Информационное
общество



Образование
в цифрах

Главный редактор Л.М. Гохберг (НИУ ВШЭ)

Заместитель главного редактора А.В. Соколов (НИУ ВШЭ)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Т.Е. Кузнецова (НИУ ВШЭ)

Д. Майсснер (НИУ ВШЭ)

М.В. Рычев (РНЦ «Курчатовский институт»)

Ю.В. Симачев (Межведомственный аналитический центр)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

И.Р. Агамирзян (Российская венчурная компания)

А.Р. Белоусов (Минэкономразвития России)

Ж. Гине (НИУ ВШЭ)

М. Кинэн (ОЭСР)

А.Н. Клепач (Минэкономразвития России)

М.В. Ковальчук (РНЦ «Курчатовский институт»)

Я.И. Кузьминов (НИУ ВШЭ)

К. Леонард (НИУ ВШЭ и Оксфордский университет, Великобритания)

Дж. Линтон (Университет Оттавы, Канада)

Й. Майлс (НИУ ВШЭ и Университет Манчестера, Великобритания)

С.Г. Поляков (Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере)

О. Саритас (НИУ ВШЭ и Университет Манчестера, Великобритания)

М. Сервантес (ОЭСР)

Л. Сюэ (Университет Цинхуа, Китай)

А.В. Хлунов (Администрация Президента РФ)

Ч. Эдквист (Университет Лунда, Швеция)

РЕДАКЦИЯ

Ответственный редактор

М.В. Бойкова

Литературный редактор

Н.А. Гавриличева

Корректор

Н.В. Яровикова

Художник

М.Б. Зальцман

Верстка

М.Г. Салазкин

Адрес редакции:

101000, Москва, Мясницкая ул., 20

Национальный исследовательский университет

«Высшая школа экономики»

Телефон: +7 (495) 624-07-15

E-mail: foresight-journal@hse.ru

Web: <http://foresight-journal.hse.ru>

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, регистрационный номер ПИ № ФС 77-52643 от 25.01.2013

Учредитель:

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Тираж 1000 экз. Заказ

Отпечатано в ОАО «Можайский полиграфический комбинат», 143200, г. Можайск, ул. Мира, 93
www.oaompk.ru, www.oaompk.pf
тел. (495) 745-84-28, (49638) 20-685

© Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

ABI Research	10
Allianz	65
Astellas	23
AstraZeneca	22
Baskin Robbins	61
Biomark	22
BMW	62
Boehringer Ingelheim	22
Bonespa	63
BP	35
Chevron	35
Cisco	48
Eli Lilly	20
Ford	62
General Motors	29
GlaxoSmithKline	22, 23
Google	48
Hewlett Packard	46
Hoffmann - La Roche	20
Hyundai	29
IBM	46, 48
Intel	46, 69
LG	29
Linux Foundation	46
Merck	22
Merck Sharp & Dohme	20
Microsoft	46-48, 50, 51
Nokia	29
Novartis	20, 22
Oracle	48
Pfizer	22, 23, 29
RAND	15
Samsung	29, 76
Sanofi Aventis	20
SAP	48, 49
Shell	35
Statoil	35
Sun	46
Thalmic Labs	9
National Cancer Institute, США	19
The X-Center	58
ThoughtWorks	15
Toyota	29
US Food and Drug Administration	19
Vale do Rio Doce	63
Балтийский федеральный университет им. И. Канта	14
Верофарм	20
Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ)	16, 22
ГК «Ростехнологии»	37
Государственная Дума	14
Государственная муниципальная комиссия по контролю и управлению государственными активами Шанхая (Shanghai Municipal State-owned Assets Supervision and Administration Commission), Китай	30
Еврокомиссия	38
Европейский Центробанк (ЕЦБ)	66
Европейское респираторное общество (European Respiratory Society)	22
Евростат	81
Институт инновационных исследований Манчестерского университета (Manchester Institute of Innovation Research (MIOIR), University of Manchester), Великобритания	6
Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ	6, 14, 16, 28, 31-39, 44, 45, 48, 49, 54
Комиссия по атомной энергии США (US Atomic Energy Commission)	76
Массачусетский технологический институт (Massachusetts Institute of Technology, MIT), США	46, 61
МВФ	63
МГУ им. М.В. Ломоносова	44
Министерство здравоохранения и социального развития РФ	21, 23
Министерство образования и науки РФ	14, 28, 30
Министерство экономического развития РФ	30
Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева РАМН	21
Национальная жандармерия Франции (Gendarmerie nationale)	50
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»	6, 14, 28, 44
ОАО «Газпром»	38
ОАО «Лукойл»	38
ОАО «Российские железные дороги»	37
Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР)	29
Правительство РФ	35, 36, 45, 52
Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (UN Food and Agriculture Organization, FAO)	67
РИА Новости	37
Росимущество	35
Роспатент	37
Росстат	31
Ростест	45
Сибирский государственный медицинский университет	14
Сколковский институт науки и технологий	16
Спецсвязь России	45
Университет Манчестера (University of Manchester), Великобритания	15
Университет Монаш (Monash University), Австралия	9
Университет сингулярности (Singularity University) в Кремниевой долине, США	72
ФАПСИ	45
Центробанк Бразилии (Banco Central do Brasil)	63
Чешская почта (Česká pošta)	50

СОДЕРЖАНИЕ

Т. 6, № 4 (2012)

	Rus	Eng
ENGLISH		
About the journal	-	4
Contents	-	5
СТРАТЕГИИ		
Долгосрочные тенденции развития сектора массовых коммуникаций <i>А.Г. Качкаева, И.В. Кирия</i>	6	18
Индикаторы	19	-
ИННОВАЦИИ И ЭКОНОМИКА		
Экономические эффекты «перетока» результатов научно-технической и инновационной деятельности <i>Д. Майсснер</i>	20	30
НАУКА		
Компетенции инженерных кадров: опыт сравнительного исследования в России и странах ЕС <i>Н.А. Шматко</i>	32	46
Трансфер результатов исследований и разработок в реальный сектор экономики: анализ стратегий научных организаций <i>С.А. Заиченко</i>	48	58
Индикаторы	59	-
МАСТЕР-КЛАСС		
Глубинные исследования будущего: выход за рамки монетарно-технократической парадигмы <i>М. Энтони</i>	60	71
СОБЫТИЕ		
Международная научная конференция НИУ ВШЭ — ОЭСР «Форсайт: инновационные ответы на глобальные вызовы»	73	79
Содержание журнала за 2012 г.	80	-
CONTENTS for 2012	-	81

Т. 7, № 1 (2013)

	Rus	Eng
ENGLISH		
About the journal	-	4
Contents	-	5
СТРАТЕГИИ		
Технологии совершенствования человека: перспективы и вызовы <i>О. Саритас</i>	6	13
Медицина будущего: возможности для прорыва сквозь призму технологического прогноза <i>И.П. Каминский, Л.М. Огородова, М.В. Патрушев, А.А. Чулок</i>	14	26
ИННОВАЦИИ И ЭКОНОМИКА		
Программы инновационного развития компаний с государственным участием: первые итоги <i>М.А. Гершман</i>	28	42
Развитие национального рынка программного обеспечения: альтернативы государственной политики <i>М.Е. Дорошенко, К.Г. Скрипкин</i>	44	56
МАСТЕР-КЛАСС		
Экстремальные события как детерминанты шестой кондратьевской волны <i>Д. Кастри</i>	58	71
ОБРАЗЫ БУДУЩЕГО		
Энергетическая сингулярность: от ограниченности к изобилию <i>Х.Л. Кордейро</i>	72	80
Индикаторы	81	-

Foresight Russia

ISSN 1995-459X

National Research University
Higher School of Economics



Institute for Statistical Studies
and Economics of Knowledge



Foresight-Russia — a research journal that was established by the National Research University — Higher School of Economics (HSE) and is administered by the HSE Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge (ISSEK), located in Moscow, Russia. The mission of the journal is to support the creation of Foresight culture in Russia through the dissemination of the best Russian and international practices in the field of future-oriented innovation development. It also provides a framework for a discussion of S&T trends and policies. The following key issues are addressed:

- Foresight methodologies
- Results of Foresight studies implemented in Russia and abroad
- Long-term priorities of social, economic and S&T development
- S&T and innovation trends and indicators
- S&T and innovation policies
- Strategic programmes of innovation development at national, regional, sectoral and corporate levels
- State-of-the-art methodologies and best practices of S&T analyses and Foresight.

The target audience of the journal comprises research scholars, university professors, policy-makers, businessmen, expert community, post-graduates, undergraduates and others who are interested in S&T and innovation analyses, Foresight and policy issues.

INDEXING AND ABSTRACTING

Ulrichsweb
EBSCO
Russian Science Citation Index
VINITI database (Russian Federation)

Journal's rankings in the Russian Science
Citation Index (impact factor
for the period 2008–2010)

1st — Studies of Science
1st — Management
3rd — Economics

The thematic focus of the journal makes it a unique Russian language edition in this field. Foresight-Russia is published quarterly and distributed in Russia and abroad.

EDITORIAL COUNCIL

Leonid Gokhberg, *Editor-in-Chief*, First Vice-Rector, HSE, and Director, ISSEK, HSE, Russian Federation

Alexander Sokolov, *Deputy Editor-in-Chief*, HSE, Russian Federation

Igor Agamirzyan, Russian Venture Company, Russian Federation

Andrey Belousov, Ministry of Economic Development of the Russian Federation, Russian Federation

Mario Cervantes, Directorate for Science, Technology and Industry, OECD, France

Charles Edquist, Lund University, Sweden

Jean Guinet, HSE, Russian Federation

Michael Keenan, Directorate for Science, Technology and Industry, OECD, France

Alexander Khlunov, Administration of the President of the Russian Federation, Russian Federation

Andrey Klepach, Ministry of Economic Development of the Russian Federation, Russian Federation

Mikhail Kovalchuk, Russian Scientific Centre «Kurchatov Institute», Russian Federation

Yaroslav Kuzminov, HSE, Russian Federation

Carol S. Leonard, HSE and University of Oxford, United Kingdom

Jonathan Linton, University of Ottawa, Canada

Ian Miles, HSE and Manchester University, United Kingdom

Sergey Polyakov, Foundation for Assistance to Small Innovative Enterprises, Russian Federation

Ozcan Saritas, HSE and Manchester University, United Kingdom

Lan Xue, Tsinghua University, China

EDITORIAL BOARD

Tatiana Kuznetsova, HSE, Russian Federation

Dirk Meissner, HSE, Russian Federation

Mikhail Rychev, Russian Scientific Centre «Kurchatov Institute», Russian Federation

Yury Simachev, Interdepartmental Analytical Centre, Russian Federation

EDITORIAL STAFF

Executive Editor — Marina Boykova

Literary Editor — Nataliya Gavrilicheva

Proof Reader — Nataliya Yarovikova

Designer — Mariya Salzmann

Pre-Press — Mikhail Salazkin

Our address:

National Research University — Higher School of Economics
20, Myasnitskaya str., Moscow, 101000, Russia

Tel: +7 (495) 624-07-15

E-mail: foresight-journal@hse.ru

Web: <http://foresight-journal.hse.ru>

CONTENTS

Vol. 6, No 4 (2012)

	Rus	Eng
ENGLISH		
About the journal	-	4
Contents	-	5
STRATEGIES		
Long-Term Trends in the Mass Communication Industry	6	18
<i>Anna Kachkaeva, Ilya Kiriya</i>		
Indicators	19	-
INNOVATION AND ECONOMY		
The Economic Impact of Spillovers from R&D and Innovation	20	30
<i>Dirk Meissner</i>		
SCIENCE		
Competences of Engineers: Evidence from a Comparative Study for Russia and EU Countries	32	46
<i>Natalia Shmatko</i>		
Transferring R&D Outputs to Industry: Strategies of R&D Organisations	48	58
<i>Stanislav Zaichenko</i>		
Indicators	59	-
MASTER CLASS		
Deep Futures: Transcending the Boundaries of «Money and Machines» Paradigm	60	71
<i>Marcus T. Anthony</i>		
EVENT		
HSE–OECD International Research Conference «Foresight for Innovative Responses to Grand Challenges»	73	79
CONTENTS for 2012 (in Russian)	80	-
CONTENTS for 2012 (in English)	-	81

CONTENTS

Vol. 7, No 1 (2013)

	Rus	Eng
ENGLISH		
About the journal	-	4
Contents	-	5
STRATEGIES		
Human Enhancement Technologies: Future Outlook and Challenges	6	13
<i>Ozcan Saritas</i>		
Medicine of the Future: Opportunities for Breakthrough through the Prism of Technology Foresight	14	26
<i>Ilya Kaminskiy, Ludmila Ogorodova, Maxim Patrushev, Alexander Chulok</i>		
INNOVATION AND ECONOMY		
Innovation Development Programmes for the State-owned Companies: First Results	28	42
<i>Mikhail Gershman</i>		
Developing the National Software Market: Public Policy Alternatives	44	56
<i>Marina Doroshenko, Kirill Skripkin</i>		
MASTER CLASS		
X-Events as Determinants of the Sixth Kondratieff Wave	58	71
<i>John Casti</i>		
IMAGES OF THE FUTURE		
Energy Singularity: From Scarcity to Abundance	72	80
<i>José Luis Cordeiro</i>		
Indicators	81	-

Технологии совершенствования человека: перспективы и вызовы¹

О. Саритас*



Отношения человека с высокими технологиями, еще недавно казавшиеся фантастичной, постепенно обретают реальные черты, становясь предметом активных дискуссий. Отдельные специалисты отмечают, что в будущем машины смогут опередить человека в интеллектуальном развитии. Вместе с тем не стоят на месте разработки по совершенствованию физических и умственных характеристик человека. Они носят междисциплинарный характер, опираясь на достижения в области медицины, фармакологии, нутрициологии, мобильных коммуникаций, нейро- и когнитивных наук.

В статье анализируются подобные разработки, их вклад в расширение функциональных возможностей человека, связанные с этим риски и этические аспекты; рассматриваются непредвиденные события, способные как стимулировать совершенствование человека, так и воспрепятствовать этому.

* Саритас Озчан — профессор-исследователь, Институт статистических исследований и экономики знаний, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»; старший научный сотрудник, Институт инновационных исследований Манчестерского университета (Manchester Institute of Innovation Research, University of Manchester), Великобритания. E-mail: osaritas@hse.ru

Адрес: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Москва, Мясницкая ул., 20.

Ключевые слова

технологии совершенствования человека;
медицинские технологии;
импланты;
мобильные технологии;
робототехника;
когнитивные методики;
социальный разрыв;
непредвиденные события

¹ Статья подготовлена в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

На протяжении длительного времени эксперты обсуждают тему роли и места человека в будущем: останется ли он доминантным агентом перемен или уступит место более умным машинам? По мнению футуролога Р. Курцвайля [Kurzwil, 2005], человечество приближается к порогу сингулярности — критической точке, в которой технологии превзойдут его по интеллекту, обучаемости и способности создавать новые разработки². Так, уже появляются компьютерные программы, собирающие информацию о разных областях деятельности, включая статистику, финансы, спорт и т. п. и преобразующие ее в аналитические материалы.

С другой стороны, развиваются технологии совершенствования физических и умственных характеристик человека, направленные на сохранение его устоявшегося статуса. К ним относятся разработки в области нейронауки, кремниевых чипов, «умных» технологий. Желаемым будущим представляется симбиоз человека и машин, которые продолжают работать на благо цивилизации, обеспечивая высокое качество жизни и формируя новые способы развития не только человеко-машинного взаимодействия, но и межличностных отношений, связей с работой и окружающей средой. Вместе с тем возможны и непредвиденные события, например: захват машинами доминантных позиций; возникновение нового социального разрыва — между людьми, воспользовавшимися инструментами совершенствования, и теми, кто не получил к ним доступа; «переселение» человека в виртуальную среду.

В настоящей статье мы рассмотрим на конкретных примерах некоторые технологии совершенствования человека: от его «зачатия» и до конца жизни. Они носят междисциплинарный характер, охватывая многие совершенно разные научно-технологические направления. Некоторые из них реализуются на биологическом уровне путем медицинского или фармакологического вмешательства, за счет питания; другие имплантируются в тело (электронные чипы); третьи предполагают «внешнее» применение (умные устройства). Далее рассмотрим вклад технологий в расширение функциональных возможностей человека (он сможет работать интенсивнее, дольше и эффективнее, что кардинально изменит облик трудовой деятельности). Проанализируем этические вопросы, связанные с подобными технологиями: отдельные ученые и специалисты по этике серьезно озабочены нарастающей тенденцией «технологического» совершенствования индивидов. В завершение коснемся некоторых непредвиденных событий (wild cards), которые могут привести к неожиданным последствиям и потрясениям в будущем.

Медицинские, фармацевтические инутрицевтические технологии

Указанные технологии применяются, начиная с рождения и на протяжении всей жизни. Они классифицируются по трем категориям: оплодотворение, совершенствование тела и улучшение когнитивных функций. Рассмотрим их подробнее.

Методики оплодотворения

Предимплантационный генетический диагноз представляет собой скрининговый тест для определения возможных генетических и хромосомных нарушений в эмбрионе при экстракорпоральном оплодотворении. Он служит для отбора эмбрионов, не имеющих генетических либо хромосомных нарушений, и помогает семейным парам принимать решения о дальнейших действиях, если:

- один или оба партнера обладают наследственными генетическими нарушениями либо хромосомными аномалиями;
- женщина находится в позднем «материнском возрасте» или имеет «опыт не вынашиваемых беременностей».

К настоящему моменту во всем мире осуществлены тысячи процедур превентивной генодиагностики, в результате чего на свет появились сотни здоровых детей.

Технологии совершенствования тела

Физическое совершенствование сегодня в основном фокусируется на реабилитации, хотя в последующие десятилетия эта практика будет применяться и к здоровым индивидам. Сюда входит широкий спектр методик улучшения физических функций, например, за счет пересадки органов и тканей, выращивания стволовых клеток, пластической хирургии и косметических модификаций, а также применения фармацевтических препаратов и специального питания.

Трансплантация органов, конечностей и тканей. Имеет почти вековую историю. Первые результаты в этом направлении привлекли внимание крупных ученых и практиков после того, как в 1912 г. А. Каррел получил Нобелевскую премию. Массовая хирургическая замена поврежденных органов, в том числе за счет донорства со стороны «уходящих» из жизни пациентов, началась после Второй мировой войны и постепенно стала общемировой практикой, значительно повысив качество жизни сотен тысяч людей. Непрерывное развитие технологий, улучшающих приживаемость пересаживаемых органов и тканей, обусловило растущий спрос на них, вне зависимости от источника — умерших или живущих доноров [WHO, 2012].

Технологии внешнего применения вносят вклад в восстановление подвижности конечностей больных и облегчают ручной труд здоровых. Разработка устройств, таких как бионические конечности и экзоскелеты, позволит преодолеть распространенные проблемы управления со стороны пользователей, энергоэффективности и эргономичности. Протезы становятся более легкими в использовании, автоматизированными, способными точнее воспроизводить естественные функции конечностей или даже превосходить их.

Регенеративная медицина и выращивание тканей открывают новые возможности в замещении поврежденных частей тела: клинически испытываются такие простые приложения, как костные и соединительные ткани; наметился прогресс и в более сложных случаях — трахеях. Самым сложным представляется создание полноценных органов, поскольку технологии выращивания их отдельных фрагментов еще не продемонстрировали необходи-

² См. также статьи Д. Касты «Экстремальные события как детерминанты шестой кондратьевской волны» (с. 58–71) и Х.Л. Кордейро «Энергетическая сингулярность: от ограниченности к изобилию» (с. 72–80) в настоящем номере. — *Прим. ред.*

мую эффективность. Еще одним важным направлением является исследование соединения стволовых клеток с аппаратами искусственного кровообращения, применимого к другим органам.

Совершенствование слуха и зрения. Поскольку средний возраст работающего населения растет, естественно, требуется восстановление после сбоев в сенсорном восприятии или их профилактика. Повышение качества вспомогательных устройств не только облегчает жизнь пациентам с нарушением слуха, но полезно и здоровым людям, действующим в экстремальных условиях. Не менее активно развиваются методы восстановления зрения — импланты сетчатки, перенос генов и замена фоторецепторов в глазу [AMS et al., 2012]. Возможно, вскоре появится технология ночного видения для человека.

Стволовые клетки. Они способны самообновляться, размножаться и трансформироваться в другие типы клеток: крови, сердца, костей, кожи, мышц, мозга и т. д. Существуют различные источники стволовых клеток, но все они в равной мере могут преобразоваться в различные типы клеток [Schöler, 2007]. Лабораторные исследования позволяют выявить их естественные свойства и отличия от специализированных типов.

Подобные клетки уже используются при скрининге новых лекарств и разработке модельных систем для изучения нормального роста и выявления причин врожденных дефектов. Их исследования расширяют понимание процесса развития одной клетки в организм и замещения поврежденных клеток на здоровые. Это одна из самых динамичных областей современной биологии, однако, по мере появления открытий, здесь столь же быстро возникают новые исследовательские вопросы [NIH, 2012].

Пластическая хирургия и косметические модификации. Востребованы лицами, придающими серьезное значение внешности, убежденными в ее значении для профессиональной деятельности и социального статуса. Археологические открытия свидетельствуют: косметика применяется как минимум 6 тыс. лет, а косметическая хирургия насчитывает свыше 4 тыс. лет. Последняя в наше время стала наиболее распространенным и приемлемым методом улучшения внешности. Это касается и создания виртуальных образов, отражающих желаемый облик людей.

Технологии когнитивного совершенствования

К ним относятся методики улучшения памяти, концентрации и мотивации.

Нейронаука. Рассматриваемая ранее как отрасль биологии, сегодня она представляет собой междисциплинарную сферу, охватывающую химию, компьютерные и технические науки, лингвистику, математику, физику, медицину и смежные с ней дисциплины, психологию, философию. Наравне с этим понятием используют и термин «нейробиология» (несмотря на то что он относится лишь к биологии нервной системы, а нейронаука изучает нервную систему в целом).

Ноотропы (умные препараты). Развивают память, усиливают когнитивные и интеллектуальные способности. К ним относятся лекарства, пищевые добавки, БАДы и функциональные продукты, способствующие повышению психических функций, таких как познание, память, интеллект, мотивация, внимание и сосредоточенность.

Стимуляторы когнитивных функций позволяют быть более продуктивными в работе и достижении поставленных целей. Сегодня наиболее часто используются «Пирацетам», «Модафинил», «Риталин», «Анирацетам», «Прамирацетам». Изначально они разрабатывались для лечения нейродегенеративных и психических заболеваний (болезнь Альцгеймера, шизофрения и т. д.), но доказали эффективность в качестве средств улучшения памяти, стимулирования когнитивных функций и концентрации внимания.

Функциональное питание. Интерес к нему объясняется очевидной пользой определенных продуктов и ингредиентов для здоровья. Доказано, что они не только «поставляют» основные питательные вещества, но и оказывают позитивные эффекты на самочувствие [European Commission, 2010]. В данном случае речь идет о продуктах, прошедших специальную обработку и отличающихся усиленными оздоровительными свойствами (например, витаминизированных). Сюда, как правило, не относится продукция, «обогащение» которой было принято для обеспечения формального соответствия государственным стандартам, но модификация при этом не зафиксирована как существенная. Пример такого рода «невидимого» усиления функций — традиционное добавление йода в столовую соль или витамина D в молоко для укрепления костей. В то же время кисломолочные продукты, насыщенные живыми культурами и обладающие пробиотическими эффектами, входят в рассматриваемую категорию. Функциональные продукты могут использоваться для укрепления здоровья или облегчения симптомов болезней. В науке о питании (нутрициологии) все шире применяются новые перспективные технологии — нутригеномика, методы визуализации, конвергентные технологии. Их колоссальный потенциал станет очевидным уже в кратко- и среднесрочной перспективе; это будет способствовать появлению продуктов для целевых групп с определенными факторами риска или заболеваниями, такими как аллергия, диабет, ожирение и сердечно-сосудистые патологии. Более инновационным решением является разработка персонализированных программ питания и диет за счет объединения данных о физиологических реакциях на пищу и личном генокоде. Дальнейшему развитию индустрии функциональных продуктов могут способствовать и новые пищевые технологии, обеспечивающие поддержание оптимального уровня здоровья человека. Отметим также продукты, которые могут стимулировать улучшение психического состояния, умственную активность, когнитивные способности, жизненный тонус, стрессоустойчивость, внимание; сдерживать возрастные изменения психических процессов. Так, известно, что глюкоза благотворно влияет на умственную деятельность, в частности на принятие решений; сахароза уменьшает восприятие боли; кофеин улучшает когнитивные и психомоторные функции. Считается, что высокое содержание углеводов вызывает сонливость и вялость. Аминокислота триптофан помогает быстро заснуть, а в сочетании с тирозином восстанавливает биоритмы после смены часовых поясов. Омега-3 жирные кислоты, S-аденозилметионин и фолиевая кислота снижают депрессию.

Долгожительство. Результатом применения представленных технологий станет увеличение продолжи-

тельности жизни. В этом отношении можно выделить ряд тенденций [Canton, 2007]:

- через 10 лет перешагнувшие столетний возраст люди станут обычным явлением;
- медицина долголетия (longevity medicine) отсрочит старость, укрепит здоровье, позволяя человеку стать более активным и производительным;
- право человека на укрепление здоровья станет острой социальной проблемой, особенно под давлением стареющих состоятельных бэби-бумеров и конвергенции нано-, био-, информационных и когнитивных технологий;
- вследствие распространения персональных профилей ДНК, расширяющего возможности предотвращения заболеваний, усилится предиктивная ориентация медицины;
- применение биотехнологий, стволовых клеток и геномных препаратов будет способствовать повышению интеллекта;
- развитие суперкомпьютеров, искусственного интеллекта, технологий обработки медицинской информации, генетических вакцин, персонализированной ДНК-хирургии, умных лекарств и нейромедицинских устройств придадут жизни новое качество;
- благодаря персонализированным ДНК-диетам удастся достичь долголетия и снизить уровень заболеваемости;
- прорывы в когнитивных науках остановят возрастные изменения умственных способностей, повысят физическую активность и работоспособность;
- достижения в долголетию будут иметь двойственные последствия — позитивного и негативного характера — для человека и общества.

Внутренние и имплантируемые технологии — путь к трансгуманизму

Многие годы искусственные импланты (кардиостимуляторы и др.) применяются в клинической практике. Их возможности постоянно расширяются, а некоторые уже напрямую взаимодействуют с человеческим мозгом и иными органами, обеспечивая сверхъестественную функциональность. Имплантируемые устройства бывают пассивными либо активными, имеют как медицинское, так и немедицинское назначение. Большинство пассивных медицинских имплантов, в том числе искусственные суставы, клапаны, сосудистые протезы, являются структурными устройствами. К этой же группе относятся устройства радиочастотной идентификации. Активные импланты предназначены для полного или частичного введения в тело при медицинском вмешательстве и по его окончании остаются в организме. Немедицинские устройства обычно имеют форму электронных чипов.

Активные приборы могут использовать электрические импульсы для взаимодействия с нервной системой человека. Интересное устройство подобного вида — бионический глаз. Группа по стратегическим исследованиям австралийского Университета Монаш (Monash University) разрабатывает бионическую зрительную систему, которая, взаимодействуя с мозгом, возвращает зрение

[Monash University, 2012]. Пациент носит очки, оснащенные цифровой камерой, и она заменяет сетчатку, воспроизводя черно-белые изображения с низким разрешением. Система уже тестируется на людях, потерявших зрение в результате травм. Пока не ясно, поможет ли она слепым от рождения, тем не менее, — это первый шаг к разработкам, которые радикально изменят подход к борьбе с инвалидностью.

Новейшее достижение в рассматриваемой области — расширение функциональности ДНК, которая в будущем может стать хранилищем для разного рода информации. Уже удалось преобразовать 739 кб данных жесткого диска в генетический код и с абсолютной точностью извлечь содержимое. Развитие технологии сдерживает высокая стоимость, так как секвенирование и особенно синтез ДНК — дорогостоящий процесс, хотя, как и большинство новых технологий, он быстро дешевеет. Ожидается, что хранение данных в ДНК может обрести промышленные масштабы примерно к 2023 г.

Интенсивное использование технологий ускорит продвижение к трансгуманизму³, сценарий которого представлен в табл. 1.

Внутренние и портативные технологии

Экзокортекс. Представляет собой теоретическую искусственную внешнюю систему обработки информации, состоящую из модулей внешней памяти, процессоров, ИО-устройств и программных систем, которые, влияя на мозг, совершенствуют когнитивные процессы. Взаимодействие предполагает наличие прямого интерфейса «компьютер — мозг», за счет чего эти дополнения становятся функциональной частью интеллекта. Лиц, в значительной мере состоящих из экзокортекса, можно будет называть киборгами или транслюдми. Применяя метод электромиографии, измеряющий электрические импульсы, производимые мышцами при движении, миодатчики способны идентифицировать движения и переводить их в команды для компьютера, мобильного устройства либо дистанционно управляемого транспортного средства.

При движении рукой используются мышцы предплечья и вырабатывается несколько микровольт электроэнергии. Датчики на поверхности кожи усиливают сигнал в тысячи раз и сообщают его процессору, запускающему алгоритмы машинного обучения. Аналогичная технология используется в высокотехнологичных протезах конечностей, а также устройствах, считывающих и декодирующих мозговые импульсы [Mitroff, 2013]. Поскольку большинство людей при указании пальцем или взмахе рукой активируют одни и те же мышцы, Thalmic Labs удалось составить набор конкретных электрических моделей, основанных на движениях и транслировать их в цифровые команды. При длительном использовании человеком подобной миосистемы точность распознавания уникальных электрических импульсов повышается.

Переносные компьютеры. По прогнозам, в ближайшие годы популярность переносных вычислительных устройств будет стремительно расти, гаджеты станут до-

³ Трансгуманизм — международное интеллектуальное и культурное движение, высказывающееся в пользу целесообразности фундаментального преобразования человека путем разработки и внедрения технологий антистарения и повышения его интеллектуального, физического и психологического потенциала. Трансгуманисты изучают потенциальные преимущества, риски возникающих технологий, позволяющих преодолеть естественные ограничения возможностей человека, и связанные с ними этические вопросы; полагают, что люди смогут значительно расширить свои возможности.

Табл. 1. **Сценарий развития трансгуманизма**

Период (годы)	События, процессы
2012–2013	Появление новых трансгуманистических движений и партий на фоне продолжающегося социально-экономического кризиса
2014	Формирование новых центров кибертехнологий, направленных на радикальное увеличение продолжительности жизни; начало «пути к бессмертию»
2015–2020	Создание «аватаров» — виртуальных образов человека, — и роботов, замещающих его в промышленном производстве и сфере услуг, устраняющих потребности в перемещении, управляемых дистанционно; средств коммуникации, внедряемых в тело или распыляемых на кожу; летающих автомобилей
2025	Разработка автономной системы жизнеобеспечения мозга, способной взаимодействовать с окружающей средой; пересадка мозга в тело робота, что существенно увеличит продолжительность жизни и сделает сенсорное восприятие полноценным
2030–2035	Появление «обновленного» мозга (Re-Brain) и планирование его обратного инжиниринга; приближение науки к пониманию принципов работы сознания
2035	Первая успешная «трансплантация» личности в иные носители данных; начало эпохи «кибернетического бессмертия»
2040–2050	Создание тел из самоорганизующихся нанороботов, способных принимать любую форму, а также голографических органов
2045–2050	Дальнейшие радикальные изменения в социальной структуре и научно-технологическом развитии. Выход на повестку дня первоначального обещания ООН о конце войны и насилия, начало «духовного самосовершенствования»

Источник: составлено автором по материалам международного конгресса «Global Futures 2045» (Москва, 2012 г.). Режим доступа: www.gf2045.com (дата обращения 17 февраля 2013 г.).

минировать на рынке. По данным ABI Research, к 2018 г. ежегодный объем поставок подобных устройств вырастет до 485 млн.

В настоящее время большая часть рынка портативных устройств приходится на спортивную сферу и системы безопасности. Они широко доступны, а благодаря привлекательному внешнему виду приобрели популярность. В текущем году на этот сегмент придется 61% рынка мобильных технологий [ABI Research, 2013]. Уже появились часы, совместимые со смартфоном, очередь — за «умными» очками.

Роботы и интеллектуальные устройства. К роботам обычно относят любое устройство или систему, предназначенную для выполнения тех или иных задач: достаточно назвать промышленную сварку, глубоководные и космические исследования, беспилотную авиацию, неинвазивную хирургию, автономные автомобили, автоматизированные пылесосы, экзоскелетные протезы и т. д.

В свою очередь, смарт-устройства определяются как приборы со встроенными вычислительными функциями. Сегодня в мире насчитывается четыре миллиарда мобильных телефонов и иных сенсорных и вычислительных устройств. В последние годы акцент в роботостроении смещается от технологических инноваций и приложений в сторону интеграции с другими устройствами, становящимися все умнее.

Традиционно роботы разрабатывались как средства, управляемые людьми. Благодаря технологическим инновациям сферы их применения качественно преобразовались и расширились. Роботы и смарт-устройства ныне образуют новую экосистему, предоставляя интеллектуальные комплексные услуги посредством синергии. В последние годы бытовая робототехника находится в фокусе прикладных исследований, вместе с тем, исследования в области «умных экосистем» формируют новую парадигму для интеллектуальной среды.

Роботы могут быть автономными, стационарными, мобильными, универсальными либо специализированными и применяться в разных ситуациях. Они заточены под взаимодействие с человеком и другими устройствами,

требуя, чтобы среда была самообучающейся, адаптирующей свое поведение в соответствии с меняющимися условиями и потребностями людей. Перспективными областями исследований здесь выступают [Monash University, 2012]:

- связи, события и модели взаимодействия в системе умных устройств;
- сервисные модели, прежде всего адаптивные и ориентированные на возникающие парадигмы;
- интеллектуальный анализ контекстной видеоинформации, транслируемой в реальном масштабе времени, с акцентом на сведениях о поведении человека для совершенствования предоставляемых услуг;
- биологически инспирированные подходы к экосистемам умных устройств и роботов;
- взаимодействие роботов с окружающей средой и людьми;
- Поведенческие парадигмы и архитектуры для интеллектуальных роботов, включая традиционные контроллеры на базе IQ и социально ориентированные контроллеры, основанные на EQ, изучающие различные психометрические характеристики, такие как иррационализм, рационализм, эгоцентризм и т. д.
- психологические и практические последствия взаимодействия умных роботов с людьми, изучение адаптации пространства и поведения человека на практических примерах и в экспериментах.

В будущем способность к ночному видению и восприятию звуков в широком спектре частот откроет возможности для новых каналов связи, сетей и смарт-технологий.

Улучшение жизни и будущее трудовой деятельности

В течение нескольких десятилетий характер трудовой деятельности кардинально преобразуется по причине старения кадров и изменения методов работы. Притом что технологии совершенствования человека могут помочь в осуществлении такого перехода, последствия их

применения требуют глубокого анализа, поскольку затронут как работающих, так и незанятых.

Тема совершенствования человека как средства повышения его производительности широко обсуждается, хотя дискуссии по этому поводу не ограничиваются контекстом трудовой деятельности. Виртуализация, дистанционное присутствие и достижения в области робототехники достигли зрелости, позволяя извлекать преимущества от внедрения новых разработок. При этом переосмысливаются функции людей и подходы к использованию организационных ресурсов.

Рассмотрим некоторые из таких изменений [AMS et al., 2012]. Технологии совершенствования человека могут повлиять на производительность, в частности на обучаемость работников, вхождение в профессию, мотивацию, работу в экстремальных условиях, деятельность в пожилом возрасте, сокращение профессиональных заболеваний и ускорение восстановления трудоспособности после болезни. Благодаря им может повыситься эффективность работника, будет достигнут баланс между работой и личной жизнью. В то же время следствием внедрения подобных технологий могут стать многочисленные напряженности политического и социального характера ввиду того, что улучшение условий труда для одних категорий работников негативно повлияет на других: например, отложенный уход на пенсию лиц старших возрастных групп будет иметь негативные последствия для занятости молодежи.

Трудно провести границу между восстановлением и укреплением здоровья. Использование восстановительных технологий приведет к размыванию границы между трудоспособными и инвалидами, оказывая неоднозначный эффект. Полезность технологий окажется не одинаковой для различных социальных и профессиональных категорий. Кроме того, изменится и сам характер деятельности, что определит будущую роль усовершенствований. Чтобы извлечь из этого максимальные преимущества, следует понимать сложность таких контекстуально зависимых эффектов, привлечь людей к разработке и интеграции технологий, а также созданию регулятивных рамок. Для формирования политики потребуются эмпирические данные. Следует проанализировать и факторы неопределенности, связанные с указанными технологиями с точки зрения характера и длительности проявления их социальных и этических эффектов. Необходимы диалог между фактическими и потенциальными пользователями, широкими общественными кругами и построение на этой основе дорожной карты коммерциализации.

Для переоценки любого политического или регулятивного решения очень важен непрерывный мониторинг. Информационное обеспечение политики должно вестись в форме открытого диалога с участием общества по теме перспективных технологий совершенствования человека и их применения в трудовой деятельности с учетом влияния не только на занятых, но и на все население. В дискуссию следует вовлекать пользователей технологий, представителей разных возрастных групп населения, профессиональные ассоциации и специалистов в сфере технологий и инноваций. Политики и общественность должны быть осведомлены об условиях, при которых ожидания от преимуществ новых технологий окажутся завышенными.

Решающее значение будет иметь стоимость технологий; очевидно, анализ затрат и их сопоставление с выгодами — ключевые факторы в определении источников финансирования, затрагивающие вопросы социального паритета и справедливости. Фактор затрат влияет на инвестиционные решения и, как следствие, перспективы коммерциализации.

Развитие технологий совершенствования человека предоставляет и экономические возможности, например, для создания специализированного сектора экономики, кооперации ведущих инноваторов в области физики, биологии, химии, инженерии и дизайна, а также применения этих решений в существующих секторах для повышения их конкурентоспособности. Неизбежно влияние данных технологий и в международном аспекте. Законодательство должно быть достаточно гибким для того, чтобы адаптироваться к технологическому прогрессу и международной конкуренции. Значимую роль сыграет и доступность рассматриваемых разработок: из-за дороговизны позволить их себе смогут немногие, что вызовет обострение общественных дискуссий о социальной справедливости. Другие технологии, в частности препараты, улучшающие когнитивные функции, уже доступны через Интернет и представляют собой проблему для регулирования. Аналогичным образом, появляются новые цифровые устройства и услуги, способные влиять на познание, однако оценка их рисков и выгод практически не проводится.

Ключевую роль в прогрессе сыграют междисциплинарные подходы. При создании новых технологий, будь то когнитивный тренинг или бионические конечности, они будут способствовать лучшему пониманию оптимальных действий. Это относится и к реализации: если какое-либо усовершенствование представляется ценным, потребуются участие исследователей в области естественных, социальных наук, философии, этики, политиков и общественности в совместном обсуждении этических и моральных последствий, что позволит извлечь максимальную выгоду и минимизировать ущерб от внедрения таких технологий.

Риски и этические вопросы

Отдельные ученые и специалисты по этике высказывают серьезные опасения по поводу распространяющейся тенденции совершенствования людей с применением технологий, несущих с собой как возможности, так и угрозу здоровью, ценностные, социальные и политические проблемы, требующие обсуждения. В настоящее время режимы регулирования в этой сфере весьма неоднородны. Так, цифровые устройства и услуги, оказывающие значительные эффекты совершенствования когнитивных функций, контролируются слабее, чем фармакологические вмешательства. Возникают вопросы о допустимости какой-либо формы саморегуляции, а также о целесообразности или даже обязательности применения подобных решений в сферах, связанных с повышенной ответственностью (например, для водителей автобусов, авиапилотов и т. п.).

Использование технологий может привести и к непредвиденным социальным последствиям. Например, в некоторых странах повышение производительности труда за счет роботов вызывает опасения потерять ра-

бочие места. Автономные роботы, вроде военных беспилотников, усиливают риск развязывания войны, поскольку машины, не способные думать или чувствовать, отбирают функции у квалифицированных и этически ориентированных специалистов. Ответственный подход в развитии технологий совершенствования человека предполагает комплексный учет следующих аспектов [WEF, 2012]:

- социального — осознание наиболее характерных и актуальных жизненных аспектов; психологический и социологический анализ потребностей, желаний, способностей, характеристик, физических и поведенческих факторов, распространенных опасений (потери работы, отношений, уникальности и т. д.) и их влияния на представления о природе и значении людей и роботов;
- технического — разработка и внедрение функциональных, сенсорных, коммуникационных устройств и систем для создания «умных» роботов;
- экономического — развитие предпринимательской культуры и поддержка предпринимателей с целью успешного запуска и роста высокотехнологичных компаний;
- правового — формирование нормативных структур национального и международного уровней, касающихся роботов (в частности, решение вопроса о распределении контроля и ответственности в условиях распределенной системы «человек — машина»);
- культурного — обеспечение функционирования принятой модели в мировом масштабе, во всех культурных контекстах, с учетом различий в вероисповедании, этническом происхождении, возрасте, социальном положении и условиях работы.

Слабые сигналы и непредвиденные события

Внедрение рассмотренных технологий совершенствования человека, несомненно, приведет к кардинальным переменам в обществе и возникновению ожидаемых и непредвиденных последствий. Для устранения неопределенности рассмотрим слабые сигналы (weak signals) и «джокеры», которые могут возникнуть:

- опережение машинами человека в развитии;
- новый социальный разрыв между «совершенными» и «несовершенными» людьми и возникающие в свя-

зи с этим этические проблемы применения соответствующих видов биотехнологий;

- «уход» людей в виртуальность и расслоение на нескольких личностей;
- сосуществование человека с роботами и передовыми информационными технологиями; переживание новых состояний сознания;
- наделение мозга безграничной памятью, вычислительными способностями и навыками оперативной коммуникации и появление вследствие этого индивида с непревзойденным интеллектом;
- придание приматам способности синтезированной речи посредством нейропротезирования, что обеспечит беспрецедентный прорыв в коммуникации биологических видов;
- глубокие перемены в социально-этических аспектах развития общества — распространение нейропротезов может стать нормой и даже необходимостью;
- перед обществом станет выбор — принять, отторгнуть или научиться регулировать технологии совершенствования человека; осознание тенденций и вызовов позволит выработать новую терминологию в дискуссиях о значении демократии и социальной ответственности в обществе, характеризующемся возросшей свободой и, одновременно, колоссальным давлением, вызванным необходимостью соответствовать новым ожиданиям;
- постепенное разрушение «границ между шансом и выбором» [Dworkin, 2000] по мере обретения возможности преодолевать то, что раньше считалось «данностью»;
- когнитивное развитие породит новые вопросы и потребует пересмотра устоявшихся предположений о личности, персональной ответственности и сокращающейся роли природы;
- необходимость выработки новых видов самоуправления и переосмысления обязательств друг перед другом: если человек преодолеет природные ограничения и станет ответственным за собственное развитие, ни одна из существующих социальных теорий не поможет в управлении этим беспрецедентным выбором.

Очевидно, что потребуются дальнейшие научные и социальные исследования для осознания преимуществ и недостатков таких технологий и обоснования решений о степени и направлениях их использования. ■

ABI Research (2013) Wearable Computing Devices, Like Apple's iWatch, Will Exceed 485 Million Annual Shipments by 2018. Режим доступа: <http://www.abiresearch.com/press/wearable-computing-devices-like-apples-iwatch-will> (дата обращения 27 февраля 2013 г.).

AMS et al. (2012) Human enhancement and the future of work (Joint workshop report, November 2012). Academy of Medical Sciences, British Academy, Royal Academy of Engineering, Royal Society.

Canton J. (2007) Outliving the Future: Longevity Medicine. Institute for Global Futures. Режим доступа: <http://www.theextremefuture.com/docs/longevmed.pdf> (дата обращения 10 марта 2012 г.).

Dworkin R. (2000) Sovereign Virtue: The Theory and Practice of Equality. Cambridge, MA: Harvard University Press.

European Commission (2010) Functional Food. Brussels: Directorate-General for Research.

Kurzweil R. (2005) The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology. New York, NY: Viking.

Mitroff S. (2013) Your Next Computer Will Live on Your Arm // Wired (25 February 2013). Режим доступа: <http://www.wired.com/business/2013/02/thalamic-labs/> (дата обращения 28 февраля 2013 г.).

Monash University (2012) Intelligent Robotics and Smart Devices. Режим доступа: <http://www.infotech.monash.edu.my/research/intelligent-robotics-and-smart-devices.html> (дата обращения 01 февраля 2013 г.).

NIH (2006) Regenerative Medicine 2006. Bethesda, MD: National Institutes of Health.

Schöler H.R. (2007) The Potential of Stem Cells: An Inventory // Humanbiotechnology as Social Challenge / Eds. N. Knoepffler, D. Schipanski, S.L. Sorgner. Ashgate Publishing Ltd. P. 28.

WEF (2012) Global Agenda Council on Robotics & Smart Devices report. World Economic Forum.

WHO (2010) WHO Guiding Principles on Human Cell, Tissue and Organ Transplantation (as endorsed by the sixty-third World Health Assembly in May 2010, in Resolution WHA63.2). World Health Organisation.

Human Enhancement Technologies: Future Outlook and Challenges

Ozcan Saritas

Research Professor, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, National Research University — Higher School of Economics, and Senior Research Fellow, Manchester Institute of Innovation Research (MIOIR), University of Manchester, UK.
Address: National Research University — Higher School of Economics, 20, Myasnitskaya str., Moscow, 101000, Russian Federation.
E-mail: osaritas@hse.ru

Abstract

Relations between the human and hi-tech worlds, even until recently considered the subject of science fiction, are taking a more real shape and becoming the focus of expert discussions. Some specialists suggest that in the future machines can become the principal creator of new technologies and race far ahead of humanity. However, emerging technologies for human enhancement offer new possibilities for humans to remain competitive against machines and to acquire more advanced physical and mental capacities. These techniques are interdisciplinary, drawing primarily on advances in medicine, pharmacology, nutrition, mobile communications, neuroscience and cognitive sciences.

This paper provides examples of such developments, analyzes their contribution to the expansion of human capabilities and, consequently, implications for the future working environment. It addresses ethical issues and risks associated with human enhancement technologies, in particular, the emergence of the new social divide — between the users of such technologies and people lacking access to them. Finally, it discusses some wild cards that may cause future surprises and shocks, i.e. machines that can control a human-excluded world, a virtual level of human life that dominates real life. The author notes that such conditions will require rethinking established views of personality, human responsibility and mutual obligations that will help the establishment of new behavioral patterns.

Keywords

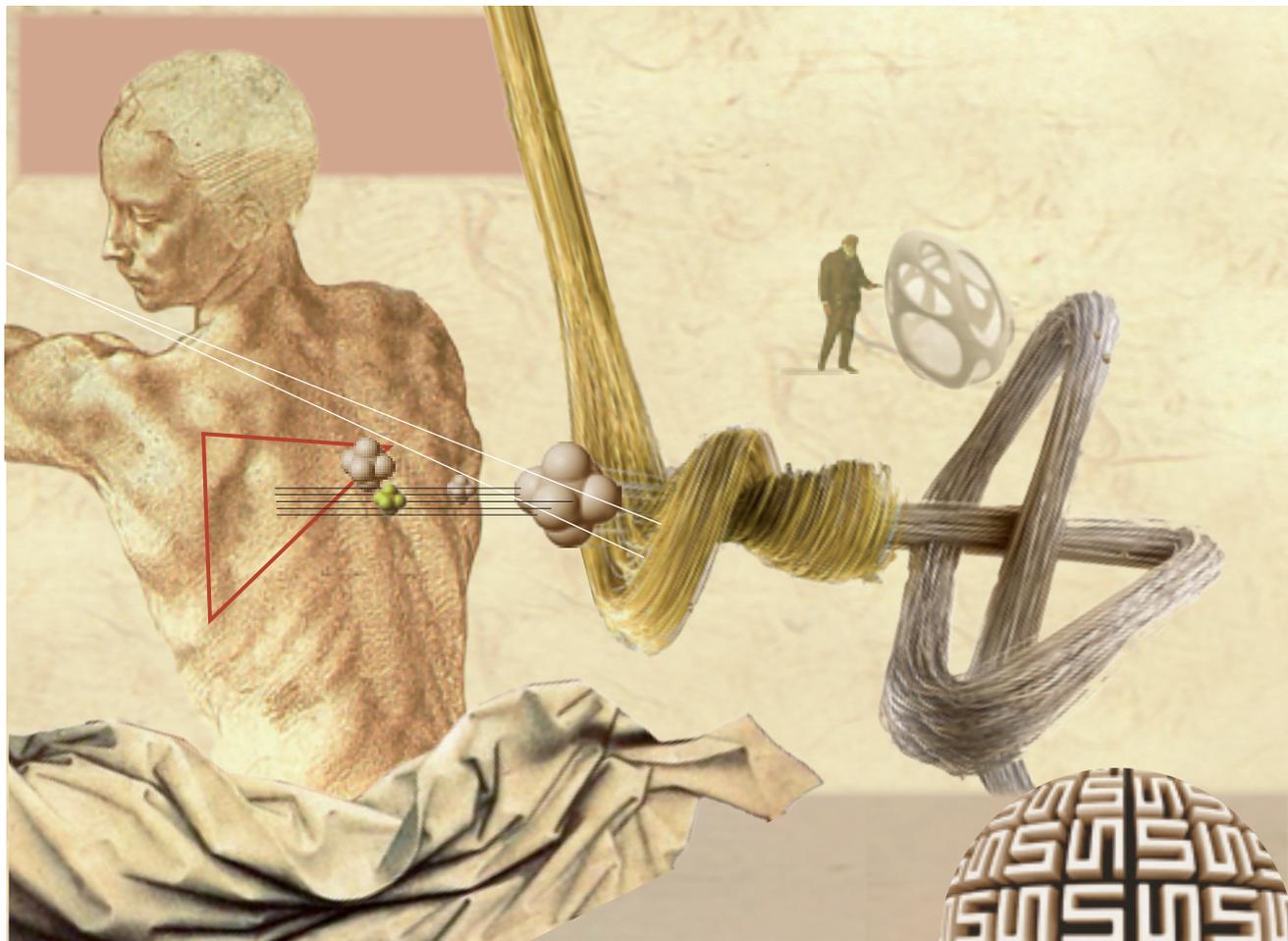
human enhancement technologies; medicine technologies; implantable devices; wearable technologies; robotics; cognitive tools; social divide; wild cards

References

- ABI Research (2013) *Wearable Computing Devices, Like Apple's iWatch, Will Exceed 485 Million Annual Shipments by 2018*. Available at: <http://www.abiresearch.com/press/wearable-computing-devices-like-apples-iwatch-will> (accessed 27 February 2013).
- AMS et al. (2012) *Human enhancement and the future of work* (Joint workshop report, November 2012), Academy of Medical Sciences, British Academy, Royal Academy of Engineering, Royal Society.
- Canton J. (2007) *Outliving the Future: Longevity Medicine*. Institute for Global Futures. Available at: <http://www.theextremefuture.com/docs/longevmed.pdf> (accessed 10 March 2012).
- Dworkin R. (2000) *Sovereign Virtue: The Theory and Practice of Equality*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- European Commission (2010) *Functional Food*, Directorate-General for Research.
- Kurzweil R. (2005) *The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*, New York, NY: Viking.
- Mitroff S. (2013) Your Next Computer Will Live on Your Arm. *Wired* (25 February 2013). Available at: <http://www.wired.com/business/2013/02/thalamic-labs/> (accessed 28 February 2013).
- Monash University (2012) *Intelligent Robotics and Smart Devices*. Available at: <http://www.infotech.monash.edu.my/research/intelligent-robotics-and-smart-devices.html> (accessed 01 February 2013).
- NIH (2006) *Regenerative Medicine 2006*, Bethesda, MD: National Institutes of Health.
- Schöler H.R. (2007) The Potential of Stem Cells: An Inventory. *Humanbiotechnology as Social Challenge* (eds. N. Knoepffler, D. Schipanski, S.L. Sorgner), Ashgate Publishing Ltd., p. 28.
- WEF (2012) *Global Agenda Council on Robotics & Smart Devices report*, World Economic Forum.
- WHO (2010) *WHO Guiding Principles on Human Cell, Tissue and Organ Transplantation* (as endorsed by the sixty-third World Health Assembly in May 2010, in Resolution WHA63.2), World Health Organisation.

Медицина будущего: возможности для прорыва сквозь призму технологического прогноза¹

И.П. Каминский*, Л.М. Огородова**, М.В. Патрушев***, А.А. Чулок****



Медицина и здравоохранение во многих странах рассматриваются как одна из приоритетных сфер развития. Ключевой тренд в данном направлении — поиск перспективных возможностей в социальной (борьба со сложными заболеваниями) и в экономической (создание исследовательских заделов и технологий, позволяющих закрепиться на глобальных рынках) сферах.

В основу статьи положено исследование, проведенное НИУ ВШЭ совместно с организациями — членами технологической платформы «Медицина будущего». Выявлены базовые тенденции, научно-технологические области, которые определяют облик медицины в средне- и долгосрочной перспективе, и разработки, обеспечивающие интеграцию в мировые рынки. Несмотря на отсутствие в России потенциала в ряде сегментов, отдельные достижения все же дают шанс для прорыва. Однако времени осталось немного: по оценкам, сохраняющиеся возможности будут актуальны еще на протяжении 5–7 лет, а значит — действовать предстоит безотлагательно.

* Каминский Илья Петрович — директор отраслевого центра прогнозирования, Сибирский государственный медицинский университет. E-mail: medicff@yandex.ru

Адрес: 634050, Томск, Московский тракт, 2.

** Огородова Людмила Михайловна — заместитель председателя комитета Государственной Думы по науке и наукоёмким технологиям, председатель Технологической платформы «Медицина будущего». E-mail: lm-ogorodova@mail.ru

Адрес: 103265, Москва, ул. Охотный Ряд, 1.

*** Патрушев Максим Владимирович — заведующий Лабораторией геномных и протеомных исследований, Балтийский федеральный университет им. И. Канта. E-mail: maxpatrushev@gmail.com

Адрес: 236041, Калининград, ул. А. Невского, 14.

**** Чулок Александр Александрович — заведующий отделом научно-технического прогнозирования, Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ. E-mail: achulok@hse.ru

Адрес: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Москва, Мясницкая ул., 20.

Ключевые слова

глобальные вызовы; долгосрочный прогноз; медицина и здравоохранение; приоритетные направления; научно-технический задел; научно-техническая политика; инновационные продукты

¹ Статья подготовлена в рамках разработки долгосрочного прогноза развития науки и технологий в Российской Федерации на период до 2030 г. по заказу Министерства образования и науки Российской Федерации.

В последнее десятилетие акценты научно-технической и инновационной политики в развитых странах претерпевают существенные изменения. На первый план выдвигаются задачи устранения разрыва между спросом и предложением, усиления ориентации исследований на радикальные инновации, способные обеспечить фундамент для будущего экономического роста [OECD, 2010]. Связанный с этим переход от тематических приоритетов научно-технологической политики к проблемно-ориентированным, в свою очередь, предполагает поиск ответов на вопрос «Что нужно для...?» наряду с вопросом «Что будет, если...?» [Chaminade, Edquist, 2006; Bergesk et al. 2008; Georghiou, 2011; Guinet, 2011; Edquist, 2011].

В этих условиях актуальным становится выявление текущих и перспективных глобальных тенденций, способных влиять на развитие соответствующих сфер в будущем, создавать угрозы либо открывать «окна возможностей».

Само понятие вызова (challenge) в контексте рассмотрения той или иной проблемы использовалось учеными свыше ста лет тому назад, в частности математиками при формировании «повестки» задач, определяющих будущий облик науки². К наиболее характерным признакам тренда в современной литературе относят «долгосрочность», «упорядоченность» и «влияние» [European Commission, 2012]. В рамках нашего исследования под трендом понимается актуальное, прорывное, активно развивающееся направление, способное существенно влиять на развитие соответствующих тематических областей в экономической, социальной, экологической, технологической и научной сферах.

С теоретической точки зрения, использование этого термина для выбора научно-технологических приоритетов не должно представлять сложностей: следует определить набор вызовов для рассматриваемого объекта (научного направления, сектора экономики, компании) и «подобрать» под него адекватный пакет решений. Однако на практике подобный подход сталкивается с рядом системных проблем. Во-первых, это — степень детализации вызова. Многие исследователи предлагают либо слишком обобщенные формулировки (например, «Истощение природных ресурсов», «Глобализация»), либо чрезмерно конкретизированные, что сильно снижает их операциональность. Вторая проблема связана с определением научно-технологических ответов, которые также не должны ни выглядеть слишком масштабными, охватывая весьма крупные направления (например, «Нанотехнологии», «Биоматериалы» и т. п.), ни ограничиваться отдельно взятой узкой научной задачей. Наконец, даже если уровни иерархии вызовов и ответов сопоставимы, остается вопрос критериев и условий, в соответствии с которыми необходимо выбирать приоритеты. Как правило, большинство из них связаны с вкладом в социально-экономическое развитие страны, выходом на новые рынки, созданием научно-технических заделов и решением крупных исследовательских проблем.

Указанные ограничения во многом повлияли на то, что задача исследования, представленного в настоящей статье, была сформулирована в виде следующей гипотезы: существует практическая возможность построить матрицу «вызов — ответ» для выбора приоритетов научно-технологического развития. В рамках проверки этой гипотезы мы предполагаем, что облик экономики и общества формируется ограниченным числом ключевых технологий и продуктов, и их можно определить эмпирически. Гипотеза тестировалась рядом зарубежных специалистов по отдельным секторам и сегментам рынков, например при оценке перспектив применения нанотехнологий для ответа на такие глобальные вызовы, как «Стареющее население», «Устойчивое питание и окружающая среда», «Экономика, основанная на новых видах энергии» и др. [European Commission, 2011]. Проект «Технологический радар» (Technology Radar) компании ThoughtWorks также направлен на идентификацию критических технологий и возможных областей их применения [ThoughtWorks, 2012].

Корпорация RAND представила результаты оценки научно-технологических и социально-экономических перспектив развития мирового сообщества на период до 2020 г., в том числе с использованием матриц «вызов — ответ» [RAND, 2006]. Были проанализированы движущие силы современного инновационного процесса и препятствия на его пути, рассмотрены приоритеты научно-технологического развития различных стран.

Проект Университета Манчестера (University of Manchester) был нацелен на выявление внутренних вызовов для британской системы здравоохранения и поиск соответствующих ответов [Saritas, Keenan, 2004].

Среди российских исследований отметим анализ перспектив развития российского рынка нанотехнологий, в рамках которого определены драйверы, влияющие на развитие отдельных его сегментов и их масштабы; возникающие продукты и технологии [Карасев, Соколов, 2009; Соколов и др., 2009; Вишневский, Карасев, 2010].

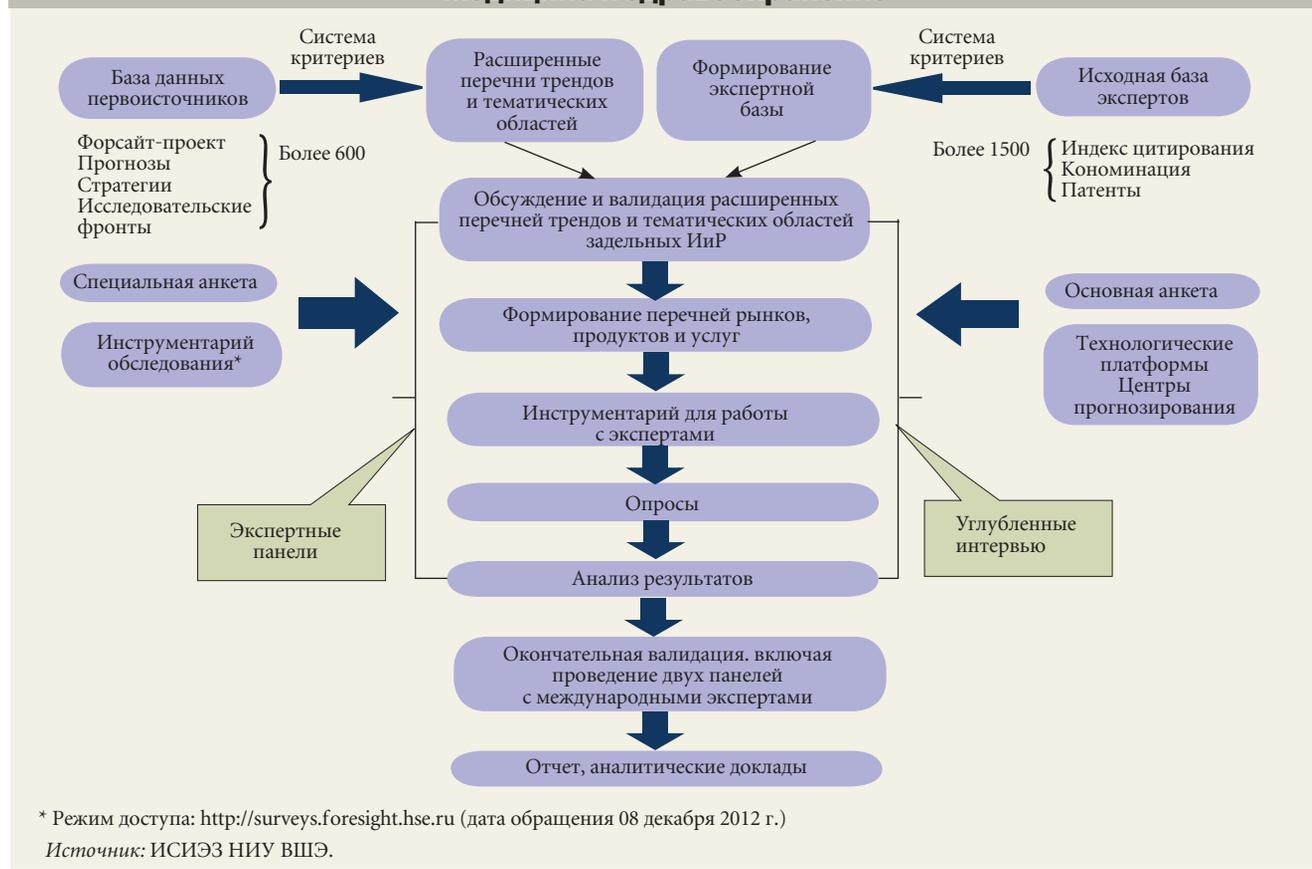
В настоящей статье в качестве объекта исследования выбрано приоритетное направление научно-технологического развития «Медицина и здравоохранение», что обусловлено его очевидным вкладом в такой индикатор социально-экономического прогресса, как повышение качества и продолжительности жизни населения. Для проверки выдвинутой нами гипотезы разработана методология, базирующаяся на следующих принципах: совмещение количественных и качественных подходов к выявлению трендов; итеративная валидация данных в экспертной среде; ориентация на поддержку управленческих решений в рамках мер инновационной и научно-технической политики³.

Выбор приоритетов для рассматриваемой сферы непосредственно связан с выявлением научно-технологических заделов в конкретных тематических областях, которые составят повестку развития науки и технологий в кратко- и среднесрочной перспективе.

² Вспомним, например, двадцать три проблемы Гильберта [Боллибрух, 1999], гипотезы А. Пуанкаре и др.

³ Методы, применяемые в рамках долгосрочного прогноза научно-технологического развития, подробно описаны в работе [Соколов, Чулок, 2012].

Рис. 1. Алгоритм проверки гипотезы для приоритетного направления «Медицина и здравоохранение»



На рис. 1 представлены ключевые шаги нашего исследования: от формирования расширенного перечня вызовов (более 50) и тематических областей (свыше 100) до валидации полученных результатов.

Вовлечение стейкхолдеров в процессы выбора приоритетов является залогом их дальнейшей успешной реализации. Поэтому полученные нами выводы были предложены для широкого обсуждения на разных коммуникационных площадках, в числе которых экспертные группы по подготовке государственной программы «Развитие науки и технологий на период до 2020 года», рабочие комитеты технологической платформы «Медицина будущего», научные сессии с участием бизнеса и зарубежных специалистов в Сколковском институте науки и технологий, международные и российские конференции. Общее число участников экспертных дискуссий превысило 300 человек, среди них были многие видные ученые мирового уровня.

Ниже рассмотрены современное состояние приоритетного направления «Медицина и здравоохранение» в России и мире, глобальные вызовы в этой сфере и «окна возможностей», которые могут дать максимальные эффекты в средне- и долгосрочной перспективе.

Состояние приоритетного направления «Медицина и здравоохранение» в России и мире: глобальные вызовы и научно-технологические направления

Повышение качества и продолжительности жизни населения России является одной из главных задач государственной политики, основным индикатором эффективности стратегического развития страны.

Несмотря на усилия последних лет, средняя продолжительность жизни остается низкой (66,4 лет), отставая от европейского значения на 12 лет. По этому показателю в 2011 г. наша страна занимала 147-е место в мире [CIA, 2011]. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), она входит в число 18 государств, где население убывает [WHO, 2012]. Сложившаяся ситуация во многом связана с низким уровнем технологической базы отечественного здравоохранения. Сегодня темпы отставания здесь выше, чем в других секторах.

В результате проведенных нами исследований были выделены важнейшие глобальные тренды в данной области, каждый из которых может создавать для России как угрозы, так и перспективные возможности (рис. 2).

Глобальные вызовы связаны с недостаточным уровнем научно-технологического развития в таких направлениях, как онкология, сердечно-сосудистые и инфекционные патологии, а также неспособностью мировой науки противостоять старению населения, широкому распространению заболеваний метаболического характера и болезней мозга. Развитие рынка ассоциировано с потребностью в доступных способах лечения и диагностики, базирующихся, в том числе, на технологиях персонализированной медицины, неинвазивных надежных экспресс-технологиях мониторинга в домашних условиях, дистанционных методах получения медицинских услуг, характеризующихся профилактической направленностью, безопасностью, высокой эффективностью. Сформировался спрос на поддержание качества жизни, особенно в случае утраченной функции, органа или его части.

заболевания. Планируется, что не менее половины новых препаратов, которые выйдут на мировой рынок к 2015 г., будут иметь специализированные фармакогенетические характеристики.

Ключевым вектором исследований и разработок (ИиР) на глобальной арене сегодня стали технологии регенеративной медицины. Первые результаты регенерации органов человека обнадеживают, позволяя решать проблемы лечения многих заболеваний, включая болезни мозга, опорно-двигательного аппарата, онкологию.

В области создания новых — биodeградируемых — материалов для медицины на основе градиентной керамики, медицинского текстиля с уникальными терапевтическими свойствами отечественная наука могла бы стать конкурентоспособной на глобальном пространстве, поэтому здесь следует наращивать потенциал. Для закрепления конкурентных преимуществ следует поддерживать центры трансляционной медицины, где получают развитие доклинические методы исследования и технологии. Инновационная фармацевтика (биотехнологии, химический синтез, направленное терапевтическое воздействие, современные эффективные вакцины) позволит нарастить конкурентоспособность и обеспечить требуемое качество жизни.

Важным является формирование полного комплекса межотраслевых технологий (нано-био-инфо-когни) с последующим изменением траектории развития. Научные и практические результаты необходимы по таким направлениям, как биосовместимые биополи-

мерные материалы, самостерилизующиеся поверхности; тест-системы на основе геномных и пост-геномных технологий диагностики рака, инфекционных и наследственных заболеваний; биосенсоры для клинической диагностики с использованием новых типов устройств; технологии оперативной идентификации токсических веществ и патогенов.

В прогнозируемом периоде ожидаются выявление фундаментальных механизмов образования злокачественных опухолей; внедрение в лечебную практику методов раннего дифференциального диагностирования рака, технологий автоматизации индивидуального генетического тестирования, иммунной и геномной терапии лейкозов, лимфом, отдельных видов рака.

Потенциал рассматриваемых тематических областей с позиций порождаемых ими ответов на указанные вызовы оценивался экспертами по-разному (рис. 3). Наивысшие баллы получили такие сферы, как разработка фармакологических препаратов нового поколения; поиск перспективных лекарственных кандидатов на основе установления молекулярных фармакологических мишеней; молекулярная диагностика для профилактической и персонализированной медицины; протеомное профилирование человека. Биоэлектродинамика, лучевая медицина и иммунобиотехнологии были отмечены как не столь значимые.

Часть тематических областей представляют «медицину болезни»: они нацелены на обеспечение качества жизни в условиях увеличения ее продолжительности (создание препаратов нового поколения; поиск перспек-

Рис. 3. **Значимость тематических областей в сфере медицины и здравоохранения для ответа на ключевые вызовы в период до 2030 года (оценки в баллах)**



Источник: расчеты авторов по данным экспертных опросов.

тивных лекарственных кандидатов; биodeградируемые и композитные материалы медицинского назначения). Другие формируют технологическую основу для «медицины здоровья» — методы индивидуального подхода; молекулярная диагностика для профилактической и персонализированной медицины; протеомное профилирование; геномная паспортизация человека и др.

Анализ перспектив динамики отдельных тематических областей продемонстрировал ожидаемую смену технологической парадигмы: создание технологической платформы для «медицины здоровья» должно обеспечить в будущем перенос акцента с «медицины болезни» на предиктивную и персонализированную, как более оптимальную с точки зрения качества жизни, экономического бремени и ответов на запросы рынка труда. К числу приоритетов в связи с этим можно отнести следующие научно-технологические направления:

- экспериментальные образцы компонентов и систем направленной доставки лекарственных средств для повышения эффективности, улучшения фармакокинетических параметров и снижения токсичности лекарственных кандидатов; лабораторные протоколы их получения;
- аппаратно-программные комплексы, аналитические устройства и реагенты для анализа динамических (изменяемых) макромолекулярных маркеров и лабораторных протоколов их использования;
- экспериментальные образцы аппаратно-программных комплексов, аналитических устройств и реагентов для изучения низкомолекулярных соединений, лабораторные протоколы их применения;
- создание тканевых эквивалентов и искусственных живых органов человека;
- безопасная консервация и хранение клеточных продуктов;
- материалы, стимулирующие регенеративные процессы при трансплантации, регулирующие клеточную активность и дифференцировку в организме;
- системы визуализации внутренней структуры тканей и органов со сверхвысоким разрешением;
- высокочувствительные сенсоры физических и физиологических параметров человека.

По отдельным позициям отечественная наука демонстрирует впечатляющие результаты: например, обнаружение инфекционных агентов, разработка материалов специализированного действия для наружного применения, создание композитов с функциональной структурой для стоматологии.

Подобный анализ был осуществлен по каждой тематической области: были представлены 3–5 направлений, связанных с созданием научно-технологического задела, и применительно к ним, в свою очередь, сформулированы приоритеты в сфере ИиР. В качестве примера в табл. 1 приведены результаты в области молекулярной диагностики. Стоит отметить, что компетенции здесь демонстрируют небольшое число российских организаций, в то время как за рубежом их насчитывается несколько десятков, в том числе в Японии, Великобритании и Китае.

Аналогичным образом, были построены матрицы вызовов и научно-технологических ответов по всем тематическим областям. Далее приведены кейсы, касающиеся тех вызовов в сфере медицины и здравоохранения, которые имеют значимые социальные последствия и признаны большинством участников экспертных панелей как представляющие «серьезную угрозу для России».

Приоритеты медицины будущего: ответ на вызовы, обусловленные ростом смертности от социально-значимых заболеваний

Вызовы, отнесенные к категории социальных, отражают изменения в качественном состоянии здоровья человека и могут иметь значимые последствия для общества в целом. В основном они представлены заболеваниями, приводящими к длительной, часто пожизненной, потере трудоспособности. Борьба с подобными болезнями требует постоянного совершенствования системы медицинского обслуживания, ориентированного именно на данную группу патологий.

Онкология

Злокачественные новообразования приобрели характер глобальной проблемы современности. Ежегодно в мире регистрируется более 12 млн новых случаев рака и около 6,2 млн вызванных им летальных исходов. Прогнозируемый прирост онкологической заболеваемости к 2018 г. составит приблизительно 15%. Онкопатология — вторая по значимости причина смерти в мире и в России после сердечно-сосудистой патологии [Чиссов и др., 2012]. Заболеваемость ею неуклонно растет в глобальном масштабе, что определяется активными процессами старения населения и конвергенцией изменяющихся социальных и экологических факторов. Так, в России среднегодовой темп прироста заболеваемости населения злокачественными новообразованиями в 2000–2010 гг. превысил 1,6% (рис. 4). Это не может не сказываться на снижении средней продолжительности жизни, росте невосполнимых потерь населения и колоссального экономического ущерба. По имеющимся оценкам, ежегодные потери достигают 4,4 млн человеко-лет, как следствие утраченный период активной жизни в среднем составляет 7,5 лет у мужчин и 10 лет у женщин [там же].

Большинство экспертов указали на отмеченный фактор как одну из центральных проблем в здравоохранении, причем создаваемые ею угрозы для развития нашей страны приобретут особую значимость уже в период 2015–2025 гг. Перспективы преодоления неблагоприятной ситуации в онкологии связаны с развитием биомедицины как базы для персонализированного и предиктивного подходов к лечению⁴.

Внедрение способов целевой доставки препаратов уже в ближайшее время будет способствовать технологическим прорывам в диагностике и терапии, а методы геномной медицины в случаях генетических форм рака позволят предотвратить развитие патологии в семьях, где выявлен хотя бы один больной. Регенеративные

⁴ См., например, материалы US Food and Drug Administration (режим доступа: <http://www.fda.gov/NewsEvents/Speeches/ucm052340.htm/> (дата обращения 10 декабря 2012 г.)); National Cancer Institute (США) [Varmus, 2003]; ReportLinker Industry reports, Company profiles and Market Statistics [ReportLinker, 2010].

Табл. 1. **Перспективные направления исследований и разработок в тематической области «Молекулярная диагностика»**

Направления создания научно-технологического задела	Приоритеты исследований и разработок
Аппаратно-программные комплексы, основанные на технологиях анализа статических (контекстных) макромолекулярных маркеров, для обеспечения оптимальных стратегий лечения и оценки индивидуальной предрасположенности к развитию, а также оценки индивидуального прогноза развития заболеваний	Широкомасштабные популяционно-эпидемиологические ассоциативные исследования, направленные на выявление устойчивых сочетаний изменений структур нуклеиновых кислот, ассоциированных с болезнями
	Определение генов-регуляторов, вовлеченных в механизмы развития болезней
	Разработка методов доклинической диагностики предрасположенности к болезням
	Создание отечественных аппаратно-программных комплексов для определения первичной структуры нуклеиновых кислот
	Идентификация генных сетей, вовлеченных в патогенез заболеваний, разработка алгоритмов оценки их ассоциативной значимости
	Выявление полиморфизмов структуры ДНК, ассоциированных с индивидуальной чувствительностью к фармакологическим препаратам и с индивидуальными особенностями их метаболизма
	Создание специальных диагностических реагентов, систем автоматизации и аппаратно-программных комплексов для диагностики социально значимых болезней и новых молекулярных механизмов устойчивости к препаратам, используемым для их лечения, на основе анализа нуклеиновых кислот
	Формирование алгоритмов обработки данных для выявления клинически значимых структурных и функциональных изменений нуклеиновых кислот
	Разработка алгоритмов и программного обеспечения для создания банка генетической информации населения Российской Федерации
	Создание систем обнаружения и количественной оценки структурных изменений нуклеиновых кислот, включая рекомбинантные технологии и технологии синтетической биологии
	Совершенствование методов получения специфических иммобилизованных ДНК-зондов, методов получения и контроля качества особо чистых дезоксирибонуклеозидтрифосфатов, предназначенных для секвенирования
	Разработка систем подачи растворов в проточные ячейки сенсорных чипов
	Создание интерфейсных устройств для чипов
	Прототипирование сенсорных чипов для полногеномного секвенирования ДНК
	Совершенствование технологии цветовой однонуклеотидной детекции
Формирование методов конъюгации и специфической сорбции нуклеиновых кислот на микросферы и заданные поверхности	

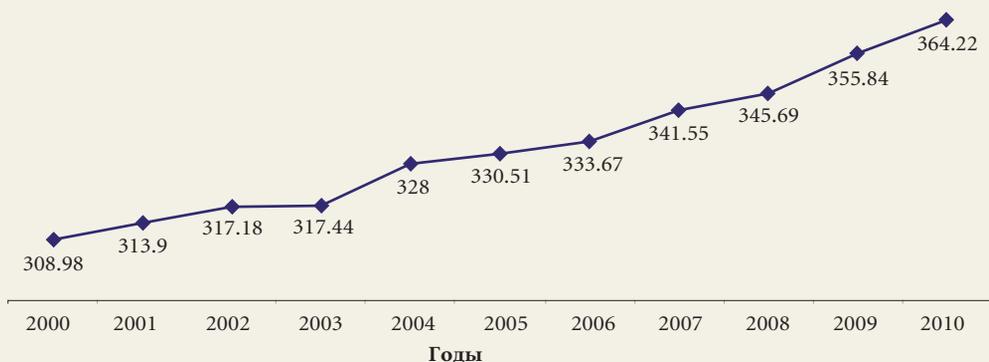
Источник: [НИУ ВШЭ, 2013].

технологии и современные медицинские материалы дадут возможность в ближайшем будущем обеспечить высокое качество жизни онкологическому больному в случае замещения пораженного органа или ткани.

Рынки продуктов, возникающих под влиянием такого тренда, представляются достаточно перспективными: по мнению специалистов, «нижняя граница» их совокупного мирового объема составляет порядка 4 трлн долл. в год. Объемы реализации молекулярных тестов в мире за последние 10 лет увеличились в двад-

цать раз и достигли 1 млрд долл., ежегодно прирастая в среднем на 6%. В 2008 г. рынок молекулярной онкодиагностики оценивался в 11 млрд долл., прогноз на 2013 г. — 19 млрд долл. [Frost & Sullivan, 2008]⁵.

Объем российского сегмента рынка противоопухолевых препаратов сегодня достигает 19 млрд руб. При этом он характеризуется опережающим ростом цен: так, если в натуральном выражении его прирост за два года (9 месяцев 2009 г. по отношению к 9 месяцам 2007 г.) составил всего 11%, то в стоимостном он увели-

Рис. 4. **Число онкологических больных в расчете на 100 тыс. чел. населения: 2000–2010**

Источник: [Чиссов и др., 2012].

⁵ В сфере онкологических препаратов лидируют крупнейшие транснациональные компании: Hoffmann - La Roche, Merck Sharp & Dohme, Sanofi Aventis, Eli Lilly, Novartis. Единственным российским производителем, вошедшим в первую десятку таких компаний, стала фирма «Верофарм», занявшая в нем 8-ю позицию.

чился более чем втрое [Ремедиум, 2010]. Колоссальный спрос ожидает разработку будущих противораковых вакцин: всего за четыре года с момента выхода на рынок «Гардасила» (вакцины от папилломавируса — причины рака шейки матки) выручка от продаж достигла 1.1 трлн долл. [Mathis, 2011].

К числу перспективных технологических решений в данной сфере можно отнести следующие:

- новое поколение молекулярно-генетических, биохимических, иммунологических онкомаркеров, инструментов раннего выявления, прогноза и оценки эффективности лечения;
- выявление мишеней для таргетной терапии, обеспечивающей персонализированный подход к лечению;
- оптимизация технологий имиджинга, совершенствование оборудования, диагностических реагентов и методов детекции маркеров;
- оптимизация способов лечения на основе разработки новых биомедицинских препаратов — клеточных и ДНК-вакцин, пептидов и др.;
- создание банков биологического материала для онкологических исследований, формирование баз данных и регистров онкопатологии, разработка экспертных компьютерных систем для диагностики и прогноза на основе биоинформационных технологий.

В России основные технологические блоки, необходимые для создания специализированных биомедицинских продуктовых линеек в области онкологии, практически не развиты либо вообще отсутствуют. Лишь 10% экспертов считают, что отечественный научный задел в биомедицинской онкологии соответствует мировому уровню. В числе серьезных пробелов — технологии высокопроизводительного получения антител, микрофабрикация, микро- и нанофлюидики. Недостаточный уровень развития отмечается и в сопряженных с онкологией отраслях — приборостроении, материаловедении, фармации. Именно здесь могут появиться новые субстанции, оборудование для повышения эффективности детекции молекулярных маркеров в клинической практике, высокотехнологичные методы диагностики и лечения.

Таким образом, возможные ответы на вызовы в данной сфере кроются преимущественно в научно-технической плоскости. Новые технологические решения могут привести к существенной трансформации структуры мирового рынка. Согласно оценкам, Россия способна занять свою нишу в ядерной медицине и материаловедении, однако эти возможности на фоне глобальной конкуренции имеют узкий временной горизонт.

Сердечно-сосудистые заболевания

Сердечно-сосудистые заболевания ежегодно становятся причиной 4.3 млн смертей в Европе в целом, в том числе свыше 2 млн — в странах ЕС; это составляет соответственно 48% и 42% общего числа летальных ис-

ходов. Свыше 80% экспертов полагают, что это явление станет особенно опасным для России в период с 2015 по 2025 г.

Указанная группа патологий включает широкий спектр заболеваний: наиболее распространены ишемическая болезнь сердца, инфаркты, инсульты и аритмии. В 2010 г. они стали причиной примерно половины случаев преждевременной смерти россиян — 903 в расчете на 100 тыс. чел. населения (рис. 5). В общем числе летальных исходов, вызванных сердечно-сосудистыми заболеваниями, доля ишемической болезни составляет 56.8%. В Европе она является причиной половины, а инсульт — почти трети всех уходов из жизни от кардиоваскулярной патологии⁶.

Расчетная величина социально-экономического ущерба, причиняемого чрезмерно высокой смертностью от сердечно-сосудистых заболеваний в нашей стране варьирует в интервале от 19 до 33 млрд долл. в год⁷.

К основным социальным характеристикам указанной категории заболеваний относят их долговременное течение, постоянную медикаментозную коррекцию, высокую степень инвалидизации. На определенной стадии большинство пациентов нуждаются в дорогостоящей высокотехнологичной медицинской помощи. Повсеместно наблюдается заметное «омоложение» первых клинических проявлений.

Продуктовые рынки в рассматриваемой области представлены соответствующими фармацевтическими препаратами и разработками сердечно-сосудистой хирургии (стенды, окклюдеры и т. п.). На терапию кардиоваскулярных заболеваний расходуется значительная часть бюджета здравоохранения; в некоторых странах — до 12–13%⁸. В международном масштабе указанные препараты лидируют по объему продаж и демонстрируют наибольшую динамику спроса: на них уже приходится почти 18% мирового рынка медикаментов [Уварова, 2012]. Самые популярные из них — антигипертензивные и противохолестериновые средства, диуретики и сердечные гликозиды.

Рис. 5. Рост числа случаев сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации (тыс. чел.)



Источник: статистические материалы Министерства здравоохранения и социального развития РФ.

⁶ Режим доступа: <http://www.eurolab.ua/heart-disease/1921/1926/14812/> (дата обращения 12 декабря 2012 г.).

⁷ Оценка на основе комплексной методики DALY (disability-adjusted life years) [WHO, 2008].

⁸ По материалам сайта Научного центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева РАМН. Режим доступа: http://www.bakulev.ru/about/press/index.php?ELEMENT_ID=33571&sphrase_id=393199 (дата обращения 16 ноября 2012 г.).

В последнее десятилетие при лечении больных ишемической болезнью сердца значительно возросла частота применения эндопротезирования. Коронарная ангиопластика и стентирование существенно расширили возможности лечения и повысили его эффективность. В каждой американской клинике проводится до 1000 операций стентирования в год. Малоподвижный образ жизни, изменения в структуре питания увеличивают частоту проявлений гиперхолестеринемии и других сопутствующих дисфункций как причин возникновения сердечно-сосудистых заболеваний. В России в последние годы увеличилась заболеваемость инфарктами, а количество хирургических операций по сравнению с ведущими зарубежными странами существенно сократилось. Перечисленные аспекты в значительной степени повлияют на динамику рынка кардиохирургического оборудования (рис. 6).

Ответы на обозначенный вызов лежат в определенных научно-технологических областях, которые позволяют выявлять мишени, ограничивающие как негативные эффекты внешнесредовых факторов риска (неправильного питания, курения, образа жизни) в масштабе популяции, так и механизмы прогрессирования болезни на индивидуальном уровне.

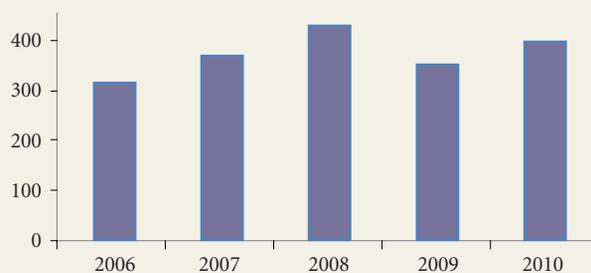
Развитым государствам удалось заметно снизить социально-экономическое бремя от сердечно-сосудистых заболеваний благодаря научным достижениям в сосудистой хирургии. Ожидаются значимые прорывы в области биосовместимых и биodeградируемых материалов. В ряде стран выделяются серьезные средства на развитие геномной медицины, и в первую очередь, на разработку средств ранней диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. Россия может стать паритетным игроком на этом рынке в таких его сегментах, как материалы, геномика и регенеративная медицина.

Хронические обструктивные болезни легких

Относительно новая группа патологий — хронические обструктивные болезни легких, обусловленные влиянием неблагоприятных факторов внешней среды, особенно курения. В последние годы ввиду широкой распространенности они вошли в число важнейших социальных вызовов, став лидерами среди причин увеличения сроков нетрудоспособности и роста инвалидности. По состоянию на 2012 г., в США от этого типа заболеваний страдали 13 млн чел., в России — около 11 млн [WHO, 2012]. Темпы роста заболеваемости приобрели катастрофический характер: так, в 1982–1995 гг. количество больных американцев выросло на 41.5%. Причем, как свидетельствуют материалы Европейского респираторного общества (European Respiratory Society), лишь около четверти случаев диагностируются своевременно [Qaseem et al., 2011].

По данным ВОЗ, смертность от хронических легочных болезней регистрируется повсеместно, в большинстве развитых стран эта проблема выдвигается на передний план: в 1990 г. они занимали 6-е место, а к 2020 г. выйдут на третье после сердечнососудистых заболеваний и онкологии [GOLD, 2011]. За последние 30 лет летальность от болезней данной категории увеличилась на 163% и на сегодняшний день, по средне-

Рис. 6. Динамика объема рынка оборудования и изделий для сердечно-сосудистой хирургии (млн долл.)



Источник: [GlobalData, 2012].

взвешенному показателю, не уступает ВИЧ/СПИД, а в ряде стран даже опережает его.

Уровень заболеваемости и смертности, обусловленный указанными болезнями, причиняет серьезный экономический ущерб. В странах ЕС прямые затраты на лечение заболеваний органов дыхания (38.6 млрд евро в год) составляют 69% общего бюджета здравоохранения, доля хронических обструктивных болезней легких в их составе достигает 56%. В США расходы на лечение легочных заболеваний в 2012 г. равнялись 30 млрд долл. [WHO, 2012]. Ежегодные издержки в расчете на одного хронического больного (8.5 тыс. долл.) были почти в 2.5 раза выше, чем на «обычного» [WHO, 2011a]. К 2030 г. ожидается более чем двукратный рост совокупных расходов, связанных с такими заболеваниями (рис. 7).

Эксперты относят хронические легочные болезни к основным трендам, влияющим на развитие медицины. Более 70% участников нашего экспертного опроса заявили, что к 2020 г. увеличение заболеваемости и смертности от этой группы патологий создаст угрозу и для России. Их рассматривают как симптомокомплекс со стремительно развивающимися признаками терминальной дыхательной недостаточности, причем воздействие на инфекционный процесс в легких либо на воспаление и обструкцию не позволяет контролировать болезнь.

Рынок препаратов в данной области растет невероятными темпами. По исследованиям здесь лидируют научные центры США, Великобритании, Нидерландов, Канады, Испании и Италии, а также крупнейшие фармацевтические компании мира — AstraZeneca, Novartis, Boehringer Ingelheim, Merck, Biomark, GlaxoSmithKline, Pfizer и др. В настоящее время в них проходят доклинические исследования до 250 молекул и пять — находятся в фазе клинических испытаний [Ремедиум, 2012]. Рынки продуктов для пациентов связаны не только с самим заболеванием, но и с его многочисленными осложнениями — сердечно-сосудистой недостаточностью, анемией, остеопорозом, депрессией, снижением потенции у мужчин, артериальной гипертонией, рецидивирующими бактериальными обострениями с развитием пневмоний. Значительная доля рынка приходится на ингаляционные противовоспалительные и бронхорасширяющие лекарства, которые применяют

с индивидуальными системами ингаляционной доставки. Вплоть до 2020 г. сохранят актуальность антибактериальные препараты, особенно резервного ряда.

С научной точки зрения пути решения отмеченных проблем связаны, прежде всего, с раскрытием молекулярных основ микробиоты человека. В ближайшее время можно ожидать появления результатов, которые позволят сфокусировать изучение ключевых механизмов хронических обструктивных болезней легких на новых данных о сигнальных путях иммунного ответа, поддерживающих хроническое системное воспаление, и на разработке профилактических подходов, таких как вакцины, лекарства на основе антисмысловых последовательностей генома человека и т. п.

В этом направлении над созданием вакцин уже работают несколько фармкомпаний. Параллельно ведутся разработки методов профилактики курения табака, неинвазивной диагностики ранних стадий хронических легочных заболеваний, оксигенации крови в домашних условиях для ведения больных на более поздних стадиях. Еще одна важная технологическая позиция, требующая для успешного контроля болезни, — разработка продуктов для оксигенации крови.

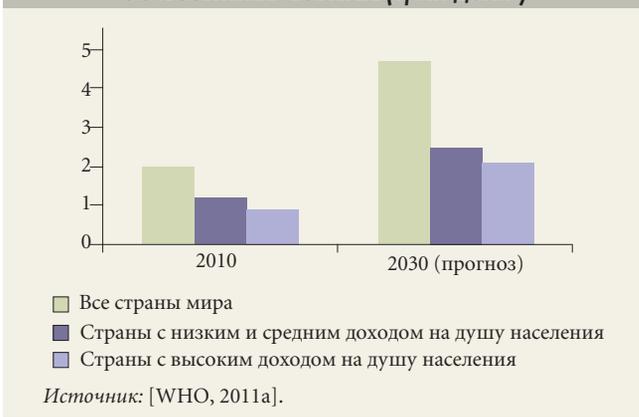
Позиции российских разработчиков в указанных сферах крайне низки, а сколь-либо конкурентоспособные научно-технические заделы практически отсутствуют. Существует возможность кооперации с фармакологическими гигантами США и Великобритании, однако шансы невелики, что подтверждают данные библиометрического анализа: доля публикаций в международных научных журналах, индексируемых в Web of Science, с участием отечественных ученых в области хронических обструктивных болезней легких не превышает 1%.

Инфекционные болезни

Заболевания, связанные с низким уровнем гигиены (кишечные инфекции, ВИЧ, туберкулез, гельминтные заболевания, гепатиты и др.), представляют крупную проблему для здравоохранения в большинстве стран. Их распространенность увеличивается с ростом человеческой популяции и является своего рода естественным ограничителем неконтролируемых демографических процессов. На долю этой категории приходится 20–40% от общего числа всех болезней. Они ежегодно уносят жизни 16 млн чел., занимая 3–4-ю позиции в структуре причин смертности [WHO, 2012]. Суммарный экономический ущерб от зарегистрированных в 2008 г. случаев только в Москве составил 20.5 млрд руб. (рис. 8). В 2009 г. эта величина оценивалась уже в 32.1 млрд руб. Как и в предыдущие годы, наибольший ущерб был обусловлен распространением гриппа и ОРВИ — 29.4 млрд руб. [Караулов, Евсегнеева, 2011].

По данным Минздрава России, в нашей стране ежегодно фиксируются до 40 млн случаев инфекционных болезней, приносящих экономические потери в размере 47.6 млрд руб. Высокая социально-экономическая значимость данной проблемы обусловлена еще и тем, что во многих случаях эти заболевания поражают детей в возрасте до 5 лет. При сохранении сложившейся

Рис. 7. Расходы, связанные с заболеваемостью хроническими обструктивными болезнями легких (трлн долл.)



тенденции к 2020 г. экономический урон может составить до 20% ВВП [MedLinks, 2010].

Круг известных науке инфекционных заболеваний в настоящее время превышает 1200 и неуклонно расширяется. Наиболее актуальными являются ВИЧ, гепатиты В и С, туберкулез [WHO, 2012]. Они распространяются, в первую очередь, в социально-неблагополучных, плохо контролируемых группах населения, а прогноз их течения неблагоприятен, что обуславливает значительную бюджетную нагрузку. В мире зарегистрировано около 34 млн ВИЧ-инфицированных; только в 2010 г. количество вновь заболевших достигло 2.7 млн, а умерших — 1.8 млн [WHO, 2011b]. Быстрая динамика в этом отношении отмечается и в России (рис. 9), что, в частности, обусловлено низким уровнем диагностики. Серьезные профилактические программы, реализуемые в развитых странах, продемонстрировали эффективность превентивного подхода к ограничению распространения подобных инфекций, послужив драйвером для формирования новых научно-технологических заделов. Поиск перспективных технологических решений связан также с осознанием неблагоприятного комбинированного течения наиболее опасных инфекций (так, туберкулез занимает первое место в структуре смертности среди больных с иммунодефицитом).

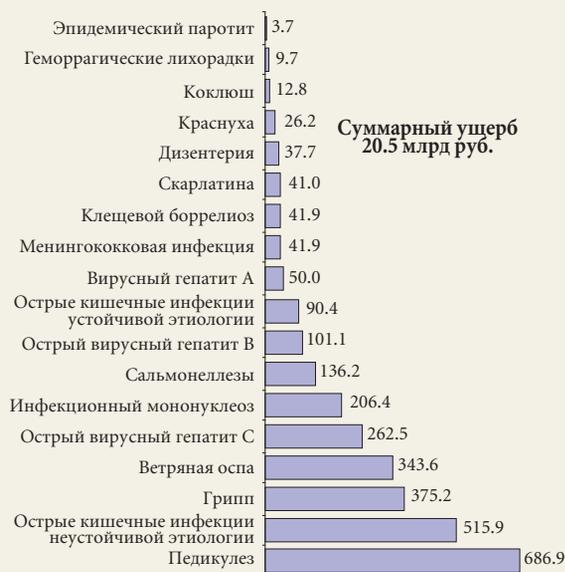
Подавляющее большинство опрошенных нами экспертов полагают, что наиболее остро влияние инфекционных заболеваний проявится в 2015–2020 гг.

Противомикробные и противовирусные средства являются одной из самых многочисленных продуктовых групп на фармацевтическом рынке. По данным аналитического сайта «Research and Markets», в настоящее время рынок всех противoinфекционных препаратов составляет 66.5 млрд долл., причем почти две трети продаж приходится на антибактериальные лекарства⁹. Согласно оценкам, в 2012 г. объем мирового рынка последних приблизился к отметке 45 млрд долл. Однако его ежегодный прирост за прошедшие пять лет не превышал 4%, тогда как динамика рынков противовирусных препаратов и вакцин достигала 16.7% и 16.4% соответственно [Колбин, Балыкина, 2010].

Ведущие компании на рынке антибиотиков — Pfizer, Astellas, GlaxoSmithKline — создали внушительный и обнадешивающий научно-технологический задел на

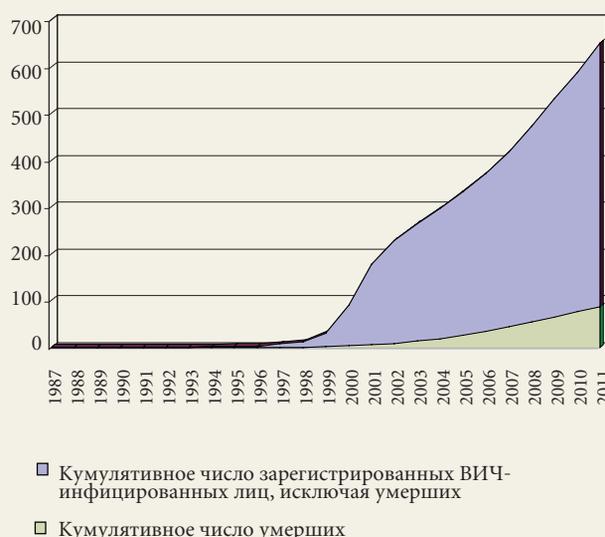
⁹ Режим доступа: http://www.researchandmarkets.com/research/w8pn9w/global_outlook_of (дата обращения 12 ноября 2012 г.).

Рис. 8. Экономический ущерб от различных инфекционных заболеваний в Москве: 2008 (млн руб.)



Источник: [MedLinks, 2010].

Рис. 9. Динамика числа зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции у граждан России: 1987–2011 (тыс. чел.)



Источник: [AIDS Journal, 2012].

будущее для появления новых классов антибактериальных средств. Так, на различных стадиях ИиР находятся примерно 200 таких медикаментов. Но кризис технологии их производства, связанный с резистентностью вирусов, может создать барьер в развитии рынка, поэтому выбор технологических решений связан с наращиванием исследовательского потенциала в области вакцин и появлением совершенно новых стратегий борьбы с инфекциями.

Технологические ответы лежат, прежде всего, в сфере исследований противоинфекционных лекарств. За последние годы снизилась научная активность фармацевтических фирм в отношении антибактериальных препаратов, что связано с приобретенной бактериальной резистентностью, темпы развития которой опережают окупаемость инвестиций в разработку инновационных продуктов. На повестке дня — новаторские «нелекарственные» идеи по управлению инфекциями. Пока же ожидания связаны с созданием превентивных и высокоэффективных вакцин против ВИЧ, гепатита, туберкулеза и т. п., которые пополняют перечни, предусмотренные национальными программами вакцинации населения.

С появлением новых инфекций возникает потребность в научно-технологических заделах по ранней и высокоспецифичной диагностике, основанной на методах биоинформатики для обработки данных геномного, транскриптомного и протеомного анализа; разработке высокопроизводительных роботизированных систем скрининга, средств иммунопрофилактики на базе технологий биоинженерии и способов коррекции иммунного ответа.

В России имеется паритетный исследовательский потенциал в сфере вакцин, однако отсутствие технологической платформы, позволяющей в короткие сроки производить диагностические наборы и лекарства против вновь появляющихся инфекций, не позволяет лидировать на рынке.

Заключение

Исследования в области научно-технологического прогнозирования по направлению «Медицина и здравоохранение» позволили не только протестировать предложенную нами методику, но и выделить те тренды и научно-технологические области, которые в средне- и долгосрочной перспективе определят облик данной сферы. По четырем ключевым для России вызовам рассмотрены возможные научно-технологические ответы, и на их основе сформулированы приоритетные исследовательские задачи.

Однако экспертные оценки неутешительны: по большинству научно-технологических направлений, которые формируют будущий облик медицины, потенциал в России отсутствует. Между тем, можно говорить о наличии «историй успеха» в отдельных областях, что позволяет надеяться на будущие прорывы и их последующее использование в качестве плацдармов для занятия значимых позиций на мировых рынках и интеграции в цепочки создания стоимости. Отметим, что времени для такого маневра осталось очень мало: те «окна возможностей», которые может использовать наша страна, сохраняют актуальность преимущественно в ближайшие 5–7 лет, а значит — действовать надо уже сейчас.

Действенным инструментом политики в определении научно-технологических приоритетов должна стать система долгосрочного прогнозирования. Ее задача — поддержка принятия решений в сфере науки и технологий на базе постоянного мониторинга глобальных трендов, вызовов и возможностей; систематического сканирования потенциальных рынков; инвентаризации отечественных заделов; определения вариантов встраивания в глобальные цепочки создания стоимости не только в модели лидерства, но и на правах партнерства.

- Болибрух А.А. (1999) Проблемы Гильберта (100 лет спустя). М.: МЦНМО.
- Вишневский К.О., Карасев О.И. (2010) Прогнозирование развития новых материалов с использованием методов Форсайта // Форсайт. Т. 4. № 2. С. 58–67.
- Карасев О.И., Соколов А.В. (2009) Форсайт и технологические дорожные карты для нанотехнологии // Российские нанотехнологии. Т. 4. № 3–4. С. 8–15.
- Караулов А.В., Евсегнеева И.В. (2011) Современные подходы к вакцинопрофилактике гриппа // Вакцинация. № 1. С. 43–52.
- Колбин А.С., Балыкина Ю.Е. (2010) Исследования и разработки новых антибактериальных средств. Есть ли ограничения в этом направлении? Часть 1 // Ремедиум. № 12. Режим доступа: http://remedium-journal.ru/arhiv/detail.php?ID=41641&num=%B912&sec_id=4637 (дата обращения 15 января 2013 г.).
- Минздравсоцразвития (2011) Заболеваемость населения России в 2010 году (статистические материалы). М.: Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации.
- Минздравсоцразвития (2012) Социально значимые заболевания населения России в 2011 году (статистические материалы). М.: Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации.
- НИУ ВШЭ (2013) Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России. М.: НИУ ВШЭ.
- Пономарев А.К., Чулок А.А., Борисова Е.К. (2008) Изучение и анализ текущего спроса крупных частных и государственных компаний на технологии и технологические решения. М.: ОАО «МАЦ».
- Ремедиум (2010) Рынок противоопухолевых препаратов // Ремедиум. № 2. Режим доступа: http://www.remidium-journal.ru/arhiv/detail.php?ID=33131&num=%B92&sec_id=4050 (дата обращения 15 января 2013 г.).
- Ремедиум (2012) Современные подходы к лечению ХОБЛ и бронхиальной астмы // Remedium.ru (26 апреля). Режим доступа: http://remidium.ru/news/detail.php?ID=51294&sphrase_id=1825300 (дата обращения 12 декабря 2012 г.).
- Соколов А.В., Карасев О.И., Рудь В.А., Пашнов С.А. (2009) Долгосрочный прогноз развития российской нанотехнологии с использованием метода Дельфи // Российские нанотехнологии. Т. 4. № 5–6. С. 33–40.
- Соколов А.В., Чулок А.А. (2012) Долгосрочный прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 года: ключевые особенности и первые результаты // Форсайт. Т. 6. № 1. С. 12–25.
- Уварова Ю. (2012) Мировой фармацевтический рынок: состояние, прогнозы, перспективы // Remedium.ru. Режим доступа: http://remidium.ru/section/detail.php?ID=50791&sphrase_id=1825295 (дата обращения 18 ноября 2012 г.).
- Чиссов В.И., Старинский В.В., Петрова Г.В. (2012) Злокачественные новообразования в России в 2010 году (заболеваемость и смертность). М.: ФГБУ «МНИОИ им. П.А. Герцена» Минздравсоцразвития России.
- AIDS Journal (2012) Основные статистические данные по ВИЧ в России // AIDS Journal. № 81. С. 21–24. Режим доступа: http://www.aidsjournal.ru/pdf/txt_2012_01.pdf (дата обращения 15 января 2013 г.).
- Bergek A., Jacobsson S., Carlsson B., Lindmark S., Rickne A. (2008) Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis // Research Policy. Vol. 37. № 3. P. 407–429.
- Chaminade C., Edquist C. (2006) From theory to practice. The use of the systems of innovation approach in innovation policy // Innovation, Learning and Institutions / Eds. J. Hage, M. de Meeus. Oxford: Oxford University Press.
- CIA (2011) The World Factbook. Режим доступа: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2102.html> (дата обращения 5 декабря 2012 г.).
- Edquist C. (2011) Innovation Policy Design: Identification of Systemic Problems. CIRCLE Electronic Working Papers 2011/6. Lund University, Center for Innovation, Research and Competences in the Learning Economy.
- ELF (2004) Lung Health in Europe — Facts & Figures. Brussels: European Lung Foundation.
- European Commission (2011) European Nanotechnology Landscape Report. ObservatoryNANO.
- European Commission (2012) The role of forward-looking activities for the governance of Grand Challenges: Insights from the European Foresight Platform. Vienna: AIT. Режим доступа: http://www.foresight-platform.eu/wp-content/uploads/2012/06/EFP-Publikation-V4_Gesamt.pdf (дата обращения 10 января 2013 г.).
- Frost & Sullivan (2008) U.S. Cancer Molecular Diagnostics Markets (Report № N39E-55). Frost & Sullivan. Режим доступа: <http://rapid-insights.com/files/US%20Molecular%20Diagnostics%20Market%20FS%2008.pdf> (дата обращения 17 февраля 2013 г.).
- Georghiu L. (2011) Final Evaluation of the Lead Market Initiative. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- GlobalData (2012) Russian Federation Cardiovascular Devices Market Outlook to 2018 — Cardiac Rhythm Management, Interventional Cardiology, Peripheral Vascular Devices, Electrophysiology, Prosthetic Heart Valves and Others. GlobalData. Режим доступа: http://www.fastmr.com/prod/456054_russian_federation_cardiovascular_devices_market.aspx (дата обращения 17 ноября 2012 г.).
- GOLD (2011) Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (revised 2011). Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease.
- Guinet J. (2011) Post-Crisis Innovation Policy: Best Practices and Opportunities for their Implementation in Russia. Paper presented at the Expert Group Workshop on “Transition to Innovation-Based Growth”, Moscow, April. Режим доступа: www.hse.ru/data/2011/12/14/1261840158/HSE_WS_Guinet.pdf (дата обращения 19 октября 2012 г.).
- Mathis R. (2011) Gardasil vaccination: Evaluating the risks versus benefits // NaturalNews.com (23 February). Режим доступа: http://www.naturalnews.com/031454_Gardasil_risks.html (дата обращения 15 февраля 2013 г.).
- MedLinks (2010) Проблемы вирусных инфекций в России. Режим доступа: <http://www.medlinks.ru/article.php?sid=40014&query=%C2%C2%CF+%E8%ED%F4%E5%EA%F6%E8%E8> (дата обращения 22 октября 2012 г.).
- OECD (2010) OECD Innovation Strategy. Getting a Head Start on Tomorrow. Paris.
- Qaseem A., Wilt T., Weinberger S., Hanania N., Criner G., van der Molen T., Marciniuk D., Denberg T., Schönemann H., Wedzicha W., MacDonald R., Shekelle P. (2011) Diagnosis and Management of Stable Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Clinical Practice Guideline Update from the American College of Physicians, American College of Chest Physicians, American Thoracic Society, and European Respiratory Society // Annals of Internal Medicine. Vol. 155. № 3. P. 179–192.
- RAND (2006) The Global Technology Revolution 2020, In-Depth Analyses (Bio/Nano/Materials/Information Trends, Drivers, Barriers, and Social Implications). Santa Monica, CA: RAND Corporation.
- ReportLinker (2010) Drug Discovery and Development Business in the United States. Режим доступа: <http://www.reportlinker.com/d011427159/Drug-Discovery-and-Development-Business-in-the-United-States.html> (дата обращения 12 февраля 2013 г.).
- Saritas O., Keenan M. (2004). Broken promises and/or techno dreams? The future of health and social services in Europe // Foresight. Vol. 6. № 5. P. 281–291.
- ThoughtWorks (2012) Technology Radar (October 2012). Режим доступа: <http://thoughtworks.fileburst.com/assets/technology-radar-october-2012.pdf> (дата обращения 21 декабря 2012 г.).
- UNIDO (2007) A Roadmap to Quality. An e-learning Manual for Implementing Total Quality Management (in two volumes). Vienna: UNIDO.
- Varmus H. (2003) Managing Biomedical Research to Prevent and Cure Disease in the 21st Century. NIH National Cancer Institute. Режим доступа: <http://www.cancer.gov/aboutnci/director/speeches/managing-research-2003> (дата обращения 17 февраля 2013 г.).
- WHO (2008) The global burden of disease: 2004 update. World Health Organization.
- WHO (2011a) The Global Economic Burden of Non-communicable Diseases (September 2011). World Health Organization.
- WHO (2011b) Progress report 2011: Global HIV/AIDS response. World Health Organization.
- WHO (2012) World Health Statistics. World Health Organization.

Medicine of the Future: Opportunities for Breakthrough through the Prism of Technology Foresight

Ilya Kaminskiy

Director, Sectoral forecasting centre, Siberian State Medical University. Address: 2, Moskovskiy trakt, Tomsk, 634050, Russian Federation. E-mail: medicff@yandex.ru

Ludmila Ogorodova

Deputy Chair, State Duma Committee for Science and High Technologies, and Chair, Technology Platform «Medicine of the Future». Address: 1, Okhotny Ryad str., Moscow, 103265, Russian Federation. E-mail: lm-ogorodova@mail.ru

Maxim Patrushev

Head, Laboratory for Genomic and Proteomic Studies, Immanuel Kant Baltic Federal University. Address: 14, Alexander Nevsky str., Kaliningrad, 236041, Russian Federation. E-mail: maxpatrushev@gmail.com

Alexander Chulok

Head, Division for S&T Forecasting, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, National Research University — Higher School of Economics. Address: National Research University — Higher School of Economics, 20 Myasnitskaya str., Moscow, 101000, Russian Federation. E-mail: achulok@hse.ru

Abstract

Many countries consider healthcare a priority area of development. Its future milestones lie in two key dimensions: social — combating common and complex diseases, and economic — establishing S&T basis that will provide leadership, or at least a decent niche in the global markets.

The paper provides the results of a study conducted by the HSE in cooperation with the member organizations of technology platform “Medicine of the Future”. It supposes and empirically tests the feasibility of matching challenges and responses aimed at selecting the priorities of S&T development. The study identified underlying trends and S&T areas that will shape the medium and long term prospects of medicine, as well as backlogs allowing gaining strong global market positions. The possible technology responses for the most significant healthcare challenges

for Russia are identified, and a priority research agenda is proposed.

The authors conclude that Russia lacks breakthrough S&T capacities in the majority of promising medical areas. Meanwhile, domestic advances in some fields still offer the chance for a breakthrough and gaining solid positions on global markets as well as for integration in the value chain. Time to catch up with these opportunities however is running out: most of them are estimated to be available only for the next 5-7 years, so urgent actions are required.

These results have been widely discussed in the framework of a range of communication platforms, including that of expert groups preparing the draft state-run programme «Development of Science and Technology for the period up to 2020», and working committees of the technology platform «Medicine of the Future», which are presented at Russian and international conferences.

Keywords

global challenges; long-term forecast; medicine and healthcare; priority areas; S&T capacities; S&T policy; innovation policy

References

- AIDS Journal (2012) Osnovnye statisticheskie dannye po VICH v Rossii [Main Statistical Data on HIV/AIDS in Russia]. *AIDS Journal*, no 81, pp. 21–24. Available at: http://www.aidsjournal.ru/pdf/txt_2012_01.pdf (accessed 15 January 2013).
- Bergek A., Jacobsson S., Carlsson B., Lindmark S., Rickne A. (2008) Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy*, vol. 37, no 3, pp. 407–429.
- Bolibrukh A.A. (1999) *Problemy Gil'berta (100 let spustya)* [Hilbert Problems (100 Years Later)], Moscow: Moscow Center for Continuous Mathematical Education.
- Chaminade C., Edquist C. (2006) From theory to practice. The use of the systems of innovation approach in innovation policy. *Innovation, Learning and Institutions* (eds. J. Hage, M. de Meeus), Oxford: Oxford University Press.
- Chissov V., Starinskiy V., Petrova G. (2012) *Zlokachestvennyye novoobrazovaniya v Rossii v 2010 godu (zabolevaemost' i smertnost')* [Malignant neoplasms in Russia in 2010 (data book)], Moscow: P.A. Gertsen MROI of Ministry for Health and Social Development of the Russian Federation.
- CIA (2011) *The World Factbook*. Available at: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2102.html> (accessed 5 December 2012).

- Edquist C. (2011) *Innovation Policy Design: Identification of Systemic Problems* (CIRCLE Electronic Working Papers 2011/6), Lund University, Center for Innovation, Research and Competences in the Learning Economy.
- ELF (2004) *Lung Health in Europe — Facts & Figures*. Brussels: European Lung Foundation.
- European Commission (2011) *European Nanotechnology Landscape Report*, ObservatoryNANO.
- European Commission (2012) *The role of forward-looking activities for the governance of Grand Challenges: Insights from the European Foresight Platform*, Vienna: AIT. Available at: http://www.foresight-platform.eu/wp-content/uploads/2012/06/EFPPublikation-V4_Gesamt.pdf (accessed 10 January 2013).
- Frost & Sullivan (2008) *U.S. Cancer Molecular Diagnostics Markets* (Report no N39E-55), Frost & Sullivan. Available at: <http://rapid-insights.com/files/US%20Molecular%20Diagnostics%20Market%20FS%2008.pdf> (accessed 17 February 2013).
- Georghiou L. (2011) *Final Evaluation of the Lead Market Initiative*, Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- GlobalData (2012) *Russian Federation Cardiovascular Devices Market Outlook to 2018 — Cardiac Rhythm Management, Interventional Cardiology, Peripheral Vascular Devices, Electrophysiology, Prosthetic Heart Valves and Others*, GlobalData. Available at: http://www.fastmr.com/prod/456054_russian_federation_cardiovascular_devices_market.aspx (accessed 17 November 2012).
- GOLD (2011) *Global strategy for the diagnosis, management, and prevention, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (revised 2011)*, Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease.
- Guinet J. (2011) *Post-Crisis Innovation Policy: Best Practices and Opportunities for their Implementation in Russia*. Paper presented at the Expert Group Workshop on “Transition to Innovation-Based Growth”, Moscow, April. Available at: www.hse.ru/data/2011/12/14/1261840158/HSE_WS_Guinet.pdf (accessed 19 October 2012).
- HSE (2013) *Dolgosrochnye prioritety prikladnoi nauki v Rossii* [Long-term Priorities for Applied Science in Russia], Moscow: HSE.
- Karasev O., Sokolov A. (2009) Forsait i tekhnologicheskie dorozhnye karty dlya nanoindustrii [Foresight and Technology Roadmaps for Nano Industry]. *Rossiiskie nanotekhnologii*, vol. 4, no 3–4, pp. 8–15.
- Karaulov A., Evsegneeva I. (2011) Sovremennye podkhody k vaksinoproflaktike grippa [Modern Approaches to Preventive Vaccination of Flu]. *Vaksinatziya*, no 1, pp. 43–52.
- Kolbin A., Balykina Yu. (2010) Issledovaniya i razrabotki novykh antibakterial'nykh sredstv. Est' li ogranicheniya v etom napravlenii? Chast' 1 [R&D in the Field of New Antibacterial Remedies. Are There Limitations in this Regard? Part 1]. *Remedium*, no 12. Available at: http://remedium-journal.ru/arhiv/detail.php?ID=41641&num=%B912&sec_id=4637 (accessed 15 January 2013).
- Mathis R. (2011) Gardasil vaccination: Evaluating the risks versus benefits. *NaturalNews.com* (23 February). Available at: http://www.naturalnews.com/031454_Gardasil_risks.html (accessed 15 February 2013).
- MedLinks (2010) *Problemy virusnykh infektsii v Rossii* [Problems of Virus Infections in Russia]. Available at: <http://www.medlinks.ru/article.php?sid=40014&query=%C2%C2%CF+%E8%ED%F4%E5%EA%F6%E8%E8> (accessed 22 October 2012).
- MHSD (2011) *Zabolevaemost' naseleniya Rossii v 2010 godu (statisticheskie materialy)* [Diseases in Russia in 2010 (data book)], Moscow: Ministry for Health and Social Development of the Russian Federation.
- MHSD (2012) *Sotsial'no znachimye zabolovaniya naseleniya Rossii v 2011 godu (statisticheskie materialy)* [Socially Significant Diseases in Russia in 2011 (data book)], Moscow: Ministry for Health and Social Development of the Russian Federation.
- OECD (2010) *OECD Innovation Strategy. Getting a Head Start on Tomorrow*, Paris.
- Ponomarev A., Chulok A., Borisova E. (2008) *Izuchenie i analiz tekushchego sprosra krupnykh chastnykh i gosudarstvennykh kompanii na tekhnologii i tekhnologicheskie resheniya* [Studying and Analyzing Current Demand for Technologies and Technological Solutions from Large Private and State-owned Companies]. Moscow: Interdepartmental Analytical Centre.
- Qaseem A., Wilt T., Weinberger S., Hanania N., Criner G., van der Molen T., Marciniuk D., Denberg T., Schünemann H., Wedzicha W., MacDonald R., Shekelle P. (2011) Diagnosis and Management of Stable Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Clinical Practice Guideline Update from the American College of Physicians, American College of Chest Physicians, American Thoracic Society, and European Respiratory Society. *Annals of Internal Medicine*, vol. 155, no 3, pp. 179–192.
- RAND (2006) *The Global Technology Revolution 2020, In-Depth Analyses (Bio/Nano/Materials/Information Trends, Drivers, Barriers, and Social Implications)*, Santa Monica, CA: RAND Corporation.
- Remedium (2010) Rynok protivoopukholevykh preparatov [Market for Antitumoral Remedies]. *Remedium*, no 2. Available at: http://www.remedium-journal.ru/arhiv/detail.php?ID=33131&num=%B92&sec_id=4050 (accessed 15 January 2013).
- Remedium (2012) Sovremennye podkhody k lecheniyu KhOBL i bronkhial'noi astmy [Modern Approaches to Treating COPD and Bronchial Asthma]. *Remedium.ru* (26 April). Available at: http://remedium.ru/news/detail.php?ID=51294&sphrase_id=1825300 (accessed 12 December 2012).
- ReportLinker (2010) *Drug Discovery and Development Business in the United States*. Available at: <http://www.reportlinker.com/d011427159/Drug-Discovery-and-Development-Business-in-the-United-States.html> (accessed 12 February 2013).
- Saritas O., Keenan M. (2004). Broken promises and/or techno dreams? The future of health and social services in Europe. *Foresight*, vol. 6, no 5, pp. 281–291.
- Sokolov A., Chulok A. (2012) Dolgosrochnyi prognoz nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossii na period do 2030 goda: klyuchevye osobennosti i pervye rezul'taty [Russian Science and Technology Foresight – 2030: Key Features and First Results]. *Foresight-Russia*, vol. 6, no 1, pp. 12–25.
- Sokolov A., Karasev O., Roud V., Shashnov S. (2009) Dolgosrochnyi prognoz razvitiya rossiiskoi nanoindustrii s ispol'zovaniem metoda Del'fi [Delphi-based Long-term Forecast for the Russian Nano Industry]. *Rossiiskie nanotekhnologii*, vol. 4, no 5–6, pp. 33–40.
- ThoughtWorks (2012) *Technology Radar* (October 2012). Available at: <http://thoughtworks.fileburst.com/assets/technology-radar-october-2012.pdf> (accessed 21 December 2012).
- UNIDO (2007) *A Roadmap to Quality. An e-learning Manual for Implementing Total Quality Management* (in two volumes), Vienna: UNIDO.
- Uvarova Yu. (2012) Mirovui farmatsevticheskii rynek: sostoyaniye, prognozy, perspektivy [Global Pharmaceuticals Market: State-of-art, Forecasts, Outlook]. *Remedium.ru*. Available at: http://remedium.ru/section/detail.php?ID=50791&sphrase_id=1825295 (accessed 18 November 2012).
- Varmus H. (2003) *Managing Biomedical Research to Prevent and Cure Disease in the 21st Century*, NIH National Cancer Institute. Available at: <http://www.cancer.gov/aboutnci/director/speeches/managing-research-2003> (accessed 17 February 2013).
- Vishnevsky K., Karasev O. (2010) Prognozirovaniye razvitiya novykh materialov s ispol'zovaniem metodov Forsaita [Identifying the Future of New Materials with the Use of Foresight Methods]. *Foresight-Russia*, vol. 4, no 2, pp. 58–67.
- WHO (2008) *The global burden of disease: 2004 update*, World Health Organization.
- WHO (2011a) *The Global Economic Burden of Non-communicable Diseases* (September 2011), World Health Organization.
- WHO (2011b) *Progress report 2011: Global HIV/AIDS response*, World Health Organization.
- WHO (2012) *World Health Statistics*, World Health Organization.

Программы инновационного развития компаний с государственным участием: первые итоги¹

М.А. Гершман*



Для повышения результативности инновационной деятельности в реальном секторе, правительство применяет тактику «принуждения к инновациям» крупнейших компаний с государственным участием, обязывая их разрабатывать и реализовывать программы инновационного развития (ПИР). Мониторинговое исследование, предпринятое специалистами ИСИЭЗ НИУ ВШЭ в 2012 г., позволило оценить действенность и допустимые границы подобного вмешательства.

В статье представлены результаты исследования и рекомендации по совершенствованию политики в рассматриваемой сфере.

* Гершман Михаил Анатольевич — старший научный сотрудник, Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ. E-mail: mgershman@hse.ru

Адрес: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Москва, Мясницкая ул., 20.

Ключевые слова

программа инновационного развития;
компания с государственным участием;
инновационная активность;
принуждение к инновациям

¹ Статья подготовлена в рамках проекта «Формирование системы мониторинга экономики науки для оценки состояния сферы науки и технологий и демонстрации новых научных достижений» (государственный контракт Минобрнауки России от 26 сентября 2011 г. № 13.521.12.1011).

В современной глобальной экономике определяющую роль в укреплении конкурентоспособности стран и отдельных организаций играет способность к продуктивным изменениям. Главным источником преобразований выступают инновации, которые воплощаются в форме новой или усовершенствованной продукции, услуг, технологий и бизнес-процессов. Они составляют суть технического прогресса и обуславливают экономический рост, увеличивая производительность труда, эффективность использования капитала и других факторов производства [OECD, World Bank, 2009; OECD, 2010a].

В развитых странах роль основного катализатора инновационной активности и источника финансирования научных исследований и разработок (ИиР) отводится предпринимательскому сектору. Так, в 2010 г. общий объем инвестиций в науку 1400 крупнейших компаний мира был равен 456 млрд евро, или более 40% глобальных затрат на ИиР [European Commission, 2011; Grueber, Studt, 2011]². В совокупности с расходами малого и среднего бизнеса «внутрифирменная наука» оценивается примерно в 60% от общемирового объема ИиР [World Bank, 2010]. Предпринимательский сектор является безусловным лидером и в области патентной активности: в 2010 г. его доля достигла 82,9% поданных заявок в мировом масштабе [WIPO, 2011].

Ключевая роль бизнеса в инновационных системах ведущих стран преимущественно определяется состоянием их рынка. Действуя в высококонкурентной среде, хозяйствующие субъекты вынуждены непрерывно совершенствовать производимую продукцию (или оказываемые услуги). С учетом естественных процессов экономической глобализации границы конкуренции расширяются, мотивируя компании к новаторству. В этих условиях, например, государства, входящие в Организацию экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), предпочитают использовать «мягкие» меры политики для повышения результативности инноваций в реальном секторе, направленные, в том числе, на совершенствование рамочных условий ведения бизнеса, рост частных инвестиций в ИиР, спроса на инновационную продукцию и услуги [OECD, 2011a]. Считается, что основными бенефициарами предоставляемых стимулов и льгот являются организации, находящиеся в частной собственности, лишенные постоянной поддержки со стороны государства.

В отношении предприятий с государственным участием (state-owned enterprises) применяются меры, нацеленные, скорее, не на поощрение инновационной активности, а на рост эффективности в целом. Как правило, они касаются реформирования корпоративного управления: изменения роли государства как собственника (в последнее время в сторону усиления централизации управления), обеспечения большей прозрачности деятельности и корпоративной ответственности, совершенствования условий

функционирования советов директоров (в том числе, их «деполитизации») [OECD, 2011b].

В большинстве развивающихся стран роли распределяются в ином порядке. Поскольку частный сектор в них представлен преимущественно малыми и средними фирмами, чьи технологические и финансовые ресурсы и возможности существенно ограничены, основным «спонсором» и исполнителем исследований и разработок выступает государство³. Компании, инвестирующие в ИиР, часто представляют собой крупные государственные корпорации, относящиеся к ресурсным отраслям экономики, либо диверсифицированные промышленные группы в области электроники, телекоммуникаций, автомобилестроения, а также производства продукции из природного сырья (бумаги, стали и др.) [World Bank, 2010]. Многие из них являются естественными монополиями и несут особую социальную ответственность, обеспечивая рабочие места в своих секторах. Вместе с тем в условиях слабой (или отсутствующей) конкуренции и гарантированного денежного потока в виде доходов от основной деятельности либо государственных субсидий подобные субъекты, как правило, не стремятся к скорому и существенному обновлению производственных фондов, процессов, используемых технологий, выпуску инновационной продукции мирового уровня.

Неудивительно, что политика «принуждения к инновациям» мало распространена в развитых странах, а скорее свойственна развивающимся [Capobianco, Christiansen, 2011]. Так, в Индонезии закон № 9/2003 обязывает государственные предприятия направлять до 5% чистой прибыли на поддержку развития малых и средних фирм, а также кооперативов. Подобная помощь, как правило, носит форму льготных кредитов и займов (до 60% от общих вложений), а также грантов на организационное развитие (до 40% инвестиций), которые, в свою очередь, распределяются специализированными фондами [OECD, 2010b].

Интересен опыт Южной Кореи в отношении реформирования «чеболей»⁴. Благодаря привилегированному доступу к капиталу, эти финансово-промышленные группы развивали массовое производство продукции внутри страны, базирующееся преимущественно на импорте готовых зарубежных технологических решений. Однако после финансового кризиса 1997–1998 гг. чеболи были реформированы и подверглись более жесткому государственному регулированию (появились новые требования к их корпоративной структуре, финансовым показателям, запрет на владение собственными банками, ограничения на сделки по слиянию/поглощению и др.). Они были вынуждены продать непрофильные активы, сосредоточиться на основном бизнесе и развивать собственную научно-исследовательскую базу. Следствием реформ стало появление крупнейших глобальных лидеров в ряде высокотехнологичных секторов, таких как LG, Samsung и Hyundai [OECD, 2009].

² В 2007 г. расходы на ИиР 20 крупнейших международных компаний (Toyota, General Motors, Pfizer, Nokia и др.) составили 13,1% от общемировых затрат на научно-техническую деятельность [Jaruzelski, Dehoff, 2008].

³ В действительности большинство российских организаций, формирующих предпринимательский сегмент науки, находятся в собственности государства. Доля частной формы собственности составляет чуть менее 13,5% в общем числе организаций, выполняющих ИиР [НИУ ВШЭ, 2012b, с. 31].

⁴ «Чеболь» — крупная диверсифицированная компания холдингового типа, управляемая членами одной семьи, пользующаяся существенной государственной поддержкой и призванная выступать в качестве лидера национальной экономики [OECD, 2009].

В Китае, как и в России, компании с государственным участием являются значимыми субъектами национальной инновационной системы. В то же время данная категория юридических лиц в этой стране разнородна, как по производительности труда, так и по уровню технологического развития и объемам инвестиций в ИиР [OECD, 2008]. Начиная с 1978 г. китайские госпредприятия подверглись нескольким «волнам» реформирования, в итоге существенно сократилось их число (в два раза в период с 1994 по 2004 г.) и в несколько раз выросла популяция частных фирм и организаций смешанной (китайской и иностранной) формы собственности. При этом «гиганты», преимущественно относящиеся к естественным монополиям, перешли в собственность государства.

В последние годы китайские власти побуждают крупные государственные компании к росту инновационной активности. Так, недавно были пересмотрены критерии оценки качества управления для топ-менеджеров, в состав которых включены показатели затрат на ИиР и инновационное развитие. Местные администрации проводят собственную политику «принуждения к инновациям». Например, правительство Шанхая поставило цель для местных госкорпораций повысить интенсивность вложений в технологические инновации до 3.5% к 2015 г.⁵ Возможно, благодаря такой политике эти субъекты характеризуются большим объемом расходов на ИиР, чем частные фирмы [Zeng, Lin, 2011]. Другая региональная инициатива касается механизмов стимулирования исследователей, работающих в государственных компаниях: планируется увеличить максимальный размер вознаграждений для работников, которые вносят существенный вклад в инновационное развитие своей организации⁶.

В России необходимость интенсификации инновационных процессов в предпринимательском секторе очевидна: за последнее десятилетие менее 10% промышленных производителей внедряли технологические инновации, а удельный вес инновационной продукции в 2011 г. не превышал 5.3% от общего объема продаж товаров, работ, услуг на внутреннем рынке⁷. При этом на крупные организации, численностью от 1000 человек и более, приходится 77.7% совокупных инвестиций в инновации в промышленности и сфере услуг, хотя их доля составляет менее 25% общего числа инновационно-активных предприятий [НИУ ВШЭ, 2012а]. Однако и среди них доминируют акторы, осуществляющие преимущественно технологические заимствования при невысоком уровне затрат на проведение собственных исследований и разработок [Гохберг, Кузнецова, 2009, с. 31, 34].

Поскольку государство на сегодняшний день контролирует существенную часть активов в реальном

секторе экономики [Liuhto, Vahtra, 2009; Шпренгер, 2010], поддержка инноваций в компаниях с государственным участием стала специальным направлением политики. Основой для его возникновения и развития явилось принятие в 2010 г. ряда последовательных мер Президентом РФ, Правительственной комиссией по высоким технологиям и инновациям, а также профильными ведомствами [Минэкономразвития, 2010, 2011]⁸. Соответствующими документами, в частности, утверждались: перечень из 47 акционерных обществ с государственным участием, государственных корпораций и федеральных государственных унитарных предприятий, разрабатывающих программы инновационного развития (ПИР)⁹; порядок разработки, утверждения и мониторинга программ, а также нормативы их выполнения и рекомендации по содержанию наполнению.

Программа инновационного развития — документ, описывающий комплекс мероприятий, направленных на разработку и внедрение новых технологий, разработку, производство и вывод на рынок новых инновационных продуктов и услуг, соответствующих мировому уровню, содействие модернизации и технологическому развитию компаний путем значительного улучшения основных показателей эффективности производственных процессов, а также направленных на инновационное развитие ключевых отраслей промышленности Российской Федерации, и интегрированный в бизнес-стратегию развития компаний [Минэкономразвития, 2011].

Выбор наиболее крупных компаний с государственным участием для реализации указанного направления политики обусловлен, в первую очередь, их значимым влиянием на экономику: в совокупности они обеспечивают около 20% ВВП и примерно треть объема промышленного производства в стране¹⁰. ПИР предусматривают значительное увеличение бюджета, выделяемого на ИиР и другие виды инновационной деятельности, а также на понимаемые более широко иные мероприятия по модернизации производства. Запланированный на 2011–2013 гг. объем финансирования программ оценивается приблизительно в 3 трлн руб., что, в соответствии с прогнозом Минэкономразвития, должно существенно повлиять на модернизацию экономики и создать дополнительный спрос на инновации. Целевые установки, содержащиеся в программах, предполагают повышение производительности труда и энергоэффективности, а также рост объемов экспорта высокотехнологичной продукции [Гершман и др., 2012].

⁵ В целях стимулирования государственных компаний к росту затрат на инновации Государственная муниципальная комиссия по контролю и управлению государственными активами Шанхая (Shanghai Municipal State-owned Assets Supervision and Administration Commission) направит на инновационное развитие не менее 30% от объема дивидендов, получаемых от государственных компаний [Yizhou, 2012].

⁶ Сейчас размер такого вознаграждения не может превышать 30% от общего дохода работника.

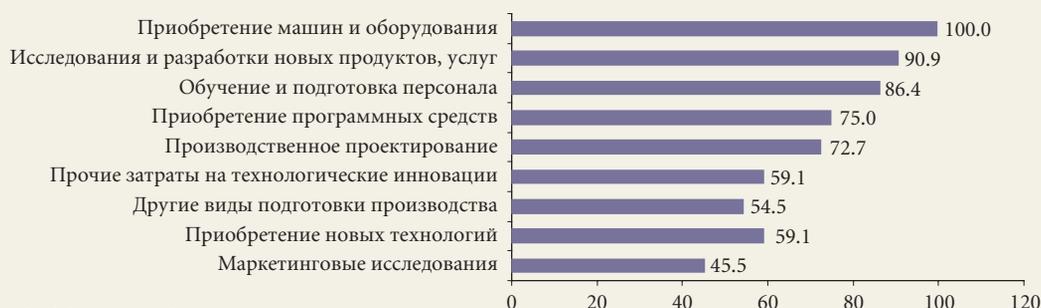
⁷ Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме экспорта товаров, работ, услуг в 2011 г. составил 8.8 % [НИУ ВШЭ, 2013].

⁸ См. также: поручения Президента Российской Федерации № Пр–22 от 4 января 2010 г., № Пр–307 от 7 февраля 2011 г., № Пр–469 от 24 февраля 2011 г., № Пр–1215 от 4 мая 2011 г., № Пр–3291 от 3 ноября 2011 г.

⁹ В январе 2012 г. данный перечень пополнился 13-ю новыми организациями, которые не попали в настоящее обследование.

¹⁰ В соответствии с данными доклада Министра экономического развития Российской Федерации Э.С. Набиуллиной на расширенном заседании коллегии Минобрнауки России 18 февраля 2012 г.

Рис. 1. Удельный вес компаний, осуществлявших отдельные виды инновационной деятельности, в общем числе инновационно-активных компаний с государственным участием, реализующих ПИР: 2011 (%)



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

Поставленные цели, безусловно, важны как для развития отдельных компаний с госучастием, так и страны в целом. Тем не менее, серьезным вопросом остается реальное положение дел внутри организаций, степень их адаптации к предъявляемым требованиям.

В 2012 г. было проведено мониторинговое обследование компаний с государственным участием и естественных монополий, реализующих программы инновационного развития (в соответствии с протоколом № 3 Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 4 августа 2010 г.). Его целью было получение данных для анализа первых эффектов от реализации ПИР¹¹. Для обеспечения их сопоставимости с официальной статистикой разработанный инструментарий исследования был гармонизирован с формой федерального статистического наблюдения № 4-инновация «Сведения об инновационной деятельности организации»¹².

Далее представлен анализ данных за 2011 г. по 44 компаниям из 47, реализующих программы инновационного развития. Обследование позволило консолидировать статистические данные по головным организациям, дочерним структурам и зависимым обществам, участвовавшим в реализации программ инновационного развития в 2011 г. Это дает возможность оценить первые итоги реализуемой государством политики по стимулированию инноваций в соответствующем сегменте предпринимательского сектора¹³.

Инновационная активность компаний с государственным участием

В 2011 г. все госкомпании, реализующие ПИР, осуществляли преимущественно технологические инновации. Затраты на них несопоставимо преобладали над другими типами инноваций, что характерно для отечественной промышленности в целом¹⁴, являясь вынужденной реакцией производителей на насущные потребности

в модернизации и технологическом обновлении¹⁵. Маркетинговые инновации не были востребованы и половиной инновационно-активных субъектов, а доля вложений в организационные составила менее 1% суммарных расходов.

В соответствии с принятыми международными статистическими стандартами осуществление технологических инноваций включает совокупность отдельных видов новаторской деятельности [OECD, Eurostat, 2005; Гохберг, 2012, с. 46–47]. Как свидетельствуют полученные данные, все обследованные субъекты приобретали машины и оборудование, связанные с технологическими инновациями; большинство из них проводили ИиР новых продуктов, услуг, производственных процессов, занимались обучением и подготовкой персонала (рис. 1). При этом лишь 60% покупали новые технологии и права на объекты интеллектуальной собственности. Маркетинговые исследования предпринимались менее чем половиной рассматриваемых организаций, что в очередной раз свидетельствует в пользу текущих модернизационных приоритетов их стратегий развития.

В структуре затрат на технологические инновации (рис. 2) наибольшую долю традиционно составляли закупки машин и оборудования (41.5%). Существенный вес, тем не менее, имели исследования и разработки новых продуктов, услуг, методов их создания (передачи), производственных процессов (34.8%). Расходы на все иные виды инновационной деятельности играли менее значимую роль — в совокупности не более 24%.

Представляет интерес распределение соответствующих расходов у *промышленных* госпредприятий¹⁶, которое существенно отличается от среднего по всей группе обследованных компаний (рис. 3). Удельный вес инвестиций в исследования и разработки новых продуктов, услуг и методов их производства (передачи), новых производственных процессов в общем объеме затрат этих компаний на технологические

¹¹ Полученные сведения использовались для мониторинга реализации ПИР федеральными органами исполнительной власти (протокол заседания Рабочей группы по развитию частно-государственного партнерства в инновационной сфере при Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 29 декабря 2011 г. № 45-АК).

¹² Приказ Росстата от 25 августа 2011 г. № 373 «Об утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за деятельностью, осуществляемой в сфере науки и инноваций».

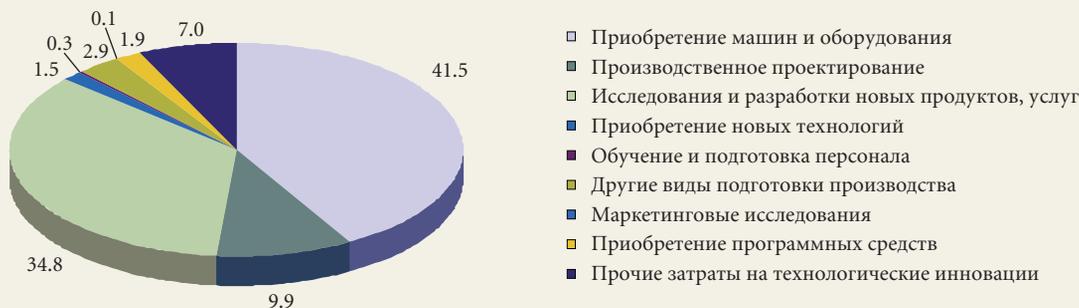
¹³ Ввиду многочисленных существенных различий в организационных и экономических характеристиках государственных компаний, осуществляющих реализацию ПИР, анализ данных обследования был дополнен изучением индивидуальных отчетов компаний.

¹⁴ Удельный вес расходов на технологические инновации в общем объеме затрат на инновации в промышленности в 2011 г. составил 98.9% [НИУ ВШЭ, 2013].

¹⁵ Достаточно сказать, что степень износа основных фондов в ряде инфраструктурных и промышленных отраслей (электроэнергетика, железнодорожный транспорт, добывающая промышленность) составляет от 60 до 90%.

¹⁶ К категории «промышленных» относятся компании, чей основной вид деятельности связан с добычей полезных ископаемых, обрабатывающими производствами или производством и распределением электроэнергии, газа и воды (разделы С, D, E ОКВЭД соответственно).

Рис. 2. Удельный вес затрат на отдельные виды инновационной деятельности в общем объеме затрат на технологические инновации компаний с государственным участием, реализующих ПИР: 2011 (%)



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

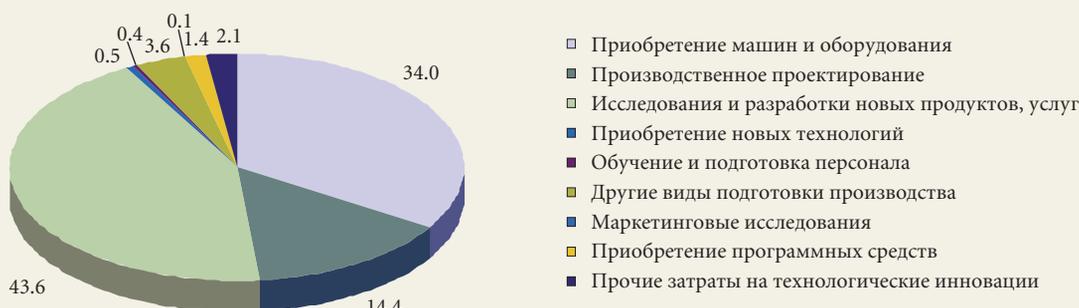
инновации составил 43.6%, что примерно втрое выше аналогичного показателя по промышленности в целом (14.9%). Безусловно, такое различие является следствием проводимой государством политики стимулирования роста расходов на науку в секторе компаний с государственным участием. Доля средств, выделяемых на производственное проектирование и дизайн у исполнителей ПИР, также, как выяснилось, более чем в 2.5 раза превышает аналогичный показатель по промышленности¹⁷.

Низким приоритетом для крупнейших госкомпаний обладает деятельность, связанная с приобретением новых технологий: 0.5% затрат на технологические инновации, что, впрочем, наблюдается и в среднем по промышленному производству в стране (0.7% в 2011 г.). Это отражает недостаточную степень развития кооперационных связей в секторе генерации и распространения знаний, отсутствие налаженного технологического обмена между игроками. В этой связи отдельным госпредприятиям, возможно, был бы полезен опыт эффективных западных корпораций, для которых характерно применение стратегии заимствования технологий, в отличие от их самостоятельной разработки, в целях сокращения продолжительности начальных стадий инновационного процесса [Andrew, Sirkin, 2006, p. 103–125].

Обучение и подготовка персонала, связанные с инновациями, составляют всего 0.4% в структуре инвестиций в технологические инновации промышленных госкомпаний, совпадая с аналогичным общероссийским показателем. На фоне высокой интенсивности закупок новых машин и оборудования для осуществления технологических инноваций данный вид инновационной деятельности представляется недооцененным. Известно, что в ряде промышленных секторов адаптация новых технологических решений реализуется малоэффективно. Распространены такие проблемы, как закупка некачественной техники (в особенности, российской); модернизация отдельных элементов изношенного оборудования при необходимости его замены в целом; низкий уровень технического обслуживания. Недостаточное обучение персонала работе с новым оборудованием зачастую приводит к его простаиванию и дальнейшему снижению производительности труда¹⁸.

По показателю интенсивности затрат на инновации промышленные исполнители ПИР существенно опережают средний уровень по стране: 6.3% против 1.6% по всем субъектам промышленного производства, однако здесь необходимо учесть возможное расширенное толкование рядом госкомпаний такого рода вложений.

Рис. 3. Удельный вес затрат на отдельные виды инновационной деятельности в общем объеме затрат на технологические инновации промышленных компаний с государственным участием, реализующих ПИР: 2011 (%)



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

¹⁷ При этом мы не можем исключить возможное искажение данных при представлении респондентами исходной информации, несмотря на подробно составленные указания по заполнению соответствующей статистической формы. В частности, в целях искусственного завышения значений указанных показателей, в расходы на ИиР могла быть включена часть затрат на закупку машин и оборудования, что подтверждается необычно низкой долей последних у промышленных госкомпаний (34%), нехарактерной для российской индустрии в целом (51–61% в 2009–2011 гг.).

¹⁸ Материалы экспертной группы № 5 «Переход от стимулирования инноваций к росту на их основе» по обновлению социально-экономической стратегии России на период до 2020 года. Режим доступа: 2020strategy.ru/g5 (дата обращения 17 декабря 2012 г.).

Рис. 4. Распределение затрат на реализацию программ инновационного развития по видам экономической деятельности: 2011 (%)



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

Особенности финансирования программ инновационного развития

Наибольший объем средств, выделенных на реализацию ПИР в 2011 г., пришелся на сектор транспорта (30.3%), обрабатывающую промышленность (29.9%) и добычу полезных ископаемых (20.9%) (рис. 4). В структурном плане (рис. 5), как уже упоминалось, преобладают расходы на технологические инновации (около 86%).

На подготовку кадров в вузах, один из приоритетных показателей ПИР в свете реализуемой в последние годы государственной политики, пришлось всего 0.1% совокупного бюджета на реализацию программ¹⁹. Таким образом, роль образовательного процесса в инновационной деятельности компаний с госучастием пока недооценена, а кооперационные связи между реальным сектором и высшими учебными заведениями — слабо развиты. Одним из негативных последствий подобного «разрыва» является снижение качества подготовки выпускников вузов и их востребованности на рынке труда. Другим нежелательным эффектом является рост косвенных издержек бизнеса, связанных с «доучиванием» персонала в корпоративных образовательных центрах.

Доля расходов на ИиР в выручке от продажи товаров, работ, услуг составила в среднем 2% по всем

госкомпаниям. Минимальное значение показателя — в сфере добычи полезных ископаемых (0.2%), а максимальное — у представителей обрабатывающих производств (10.8%). Следует отметить, что соответствующий индикатор являлся одним из основных, рекомендованных федеральными органами исполнительной власти, и именно по нему отечественные игроки оказались близки к зарубежным аналогам или даже опередили их: 0.3% — в области добычи, 8.6% — в секторе обрабатывающих производств, 1.4% — в сфере производства и распределения энергии (рис. 6). Приведенные цифры, однако, вызывают некоторый скепсис относительно корректности расчета госкомпаниями затрат на ИиР.

Анализ источников финансирования ПИР демонстрирует, что более половины инвестиций в ИиР предприятий с госучастием (60.5%) осуществляются за счет средств бюджетов всех уровней. Причем во внутренних затратах на исследования и разработки удельный вес этого источника еще выше — около 67.2%. Подобная структура, очевидно, ставит возможность осуществления программ в зависимости от принятия государством тех или иных решений в бюджетной сфере. Такая ситуация требует корректировки, что, впрочем, затруднительно в силу

Рис. 5. Удельный вес отдельных видов расходов в общем объеме затрат на реализацию программ инновационного развития: 2011 (%)



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

¹⁹ С учетом расходов на обучение персонала, связанное с инновациями (включены в состав затрат на технологические инновации), доля затрат на подготовку кадров достигает 0.4%.

Рис. 6. Соотношение затрат на исследования и разработки компаний с государственным участием, реализующих ПИР, с выручкой от продажи товаров, работ, услуг по видам экономической деятельности: 2011 (%)



Источник: данные по российским компаниям — ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, среднетраслевые значения по сопоставимым зарубежным компаниям — расчеты ИСИЭЗ НИУ ВШЭ по данным [European Commission, 2011].

сложившейся системы финансового обеспечения госкомпаний.

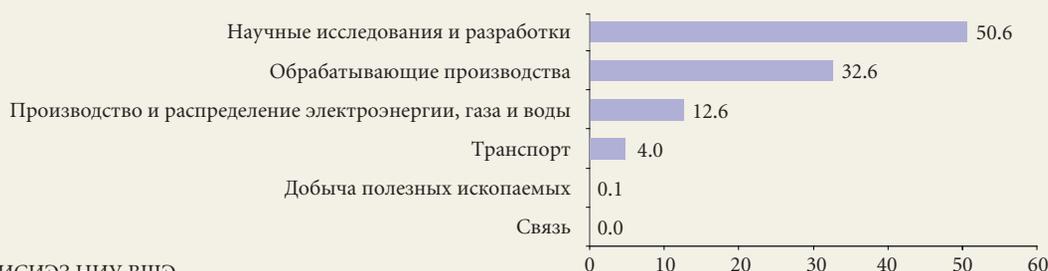
Отдельным направлением мониторинга являлась оценка функционирования российских технологических платформ. Основным индикатором, позволяющим ее произвести, выступали расходы компаний в рамках проектов технологических платформ, которые составили 10.3 млрд руб. Несмотря на то, что их доля в общем объеме бюджета ИиР пока не значительна, достигнутый результат, скорее, положителен, учитывая относительную новизну технологических платформ в «арсенале» инструментов российской инновационной политики²⁰.

В то же время полученные данные показывают, что технологические платформы как средство кооперации в инновационной сфере используются компаниями с госучастием еще недостаточно интенсивно: в рамках подобных проектов лишь 36% из них финансировали ИиР, выполняемые сторонними организациями, и менее 20% реализовали их совместно с вузами. На аутсорсинг пришлось около 40% общих затрат на ИиР по проектам технологических платформ. При этом в вузы было направлено лишь 13% внешних

ассигнований на научно-техническую деятельность (по сравнению с 41%, выделенным другим субъектам сферы ИиР). На рис. 7 показано распределение средств, инвестированных предприятиями в вузовскую науку в рамках платформенных инициатив.

Хотя политика по усилению взаимодействия организаций – участников технологических платформ, и компаний, осуществляющих реализацию ПИР, начала приносить первые плоды, ее интенсификация требует новых стимулов и механизмов для усиления кооперации науки и бизнеса. В связи с этим упомянуем многолетнюю практику создания и продвижения японских (с 1959 г.) и южнокорейских (с 1982 г.) R&D-консорциумов с государственным участием, включающих (по аналогии с технологическими платформами, получившими широкое распространение в странах Евросоюза) исследовательские организации и бизнес²¹. Участники подобных объединений пользовались налоговыми и иными льготами, а также могли рассчитывать на государственные субсидии, которые предоставлялись преимущественно консорциумам, а не отдельным компаниям. Как показывает ряд

Рис. 7. Распределение затрат компаний с государственным участием на ИиР, выполненные вузами в рамках проектов технологических платформ, по видам экономической деятельности: 2011 (%)



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

²⁰ Первый перечень из 27 технологических платформ был утвержден 1 апреля 2011 г. (решение Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям, протокол № 2). К февралю 2012 г. он был расширен до 30 (решения Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 1 апреля 2011 г. (протокол № 2) и от 5 июля 2011 г. (протокол № 3); решение президиума Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 21 февраля 2012 г. (протокол № 2). Подробнее см.: [Рудник, 2011].

²¹ Речь идет о таких формах R&D-консорциумов, как технологические исследовательские ассоциации в Японии (Mining and Manufacturing Technological Research Associations, TRAs), промышленные исследовательские ассоциации в Корее и др. [Sakakibara, 1997].

исследований, соответствующие японские ассоциации были эффективны только в тех случаях, когда центральным мотивом их функционирования становился взаимный обмен новыми, недостающими знаниями [Sakakibara, 1997]. В отличие от Японии корейские R&D-консорциумы характеризовались низким уровнем комплементарности знаний игроков, что снижало мотивацию входящих в них фирм [Sakakibara, Cho, 2002].

Венчурное инвестирование

Эффективный рынок венчурного капитала является ключевым источником поддержки инновационных стартапов и залогом успешного развития инновационного бизнеса [OECD, 2010a]. В «Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года»²² особое значение придается созданию новых высокотехнологичных производств, в том числе за счет роста масштабов венчурного инвестирования. Ряд актуальных мер политики был направлен непосредственно на развитие венчурной активности исполнителей ПИР [Минэкономразвития, 2010]²³.

Соответствующие мероприятия по формированию механизмов «рискового» инвестирования были первоначально запланированы многими госкомпаниями. Однако на текущий момент данные процессы еще не получили должного развития: в 2011 г. лишь семь игроков инвестировали в российский малый инновационный бизнес, но ни одна из рассматриваемых компаний не вкладывала капитал в отечественные венчурные фонды. Затраты на инновации в рамках договоров с институтами развития имели место в трех фирмах, а их общий объем составил всего 150 млн руб.

Выбор наиболее действенной модели венчурных инвестиций должен осуществляться предприятиями самостоятельно с учетом всех возможных последствий для реализации ПИР и общекорпоративной стратегии развития. Ведущие глобальные корпорации (например, в нефтегазовой отрасли — Statoil, Shell, BP, Chevron и др.) часто предпочитают создавать собственные венчурные фонды, способствующие росту внутрикорпоративной конкуренции и привлечению внешних разработчиков технологий.

В отличие от инструментов венчурного инвестирования определенную функциональность продемонстрировали корпоративные фонды поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности²⁴. Объем финансирования ИиР, осуществленного компаниями посредством этих институтов, составил около 2.4 млрд руб. Повышению продуктивности их использования будут способствовать дополнительные налоговые льготы и упрощение порядка ведения бухгалтерского и налогового учета соответствующих расходов.

Взаимодействие с внешними источниками инноваций

Развитие национальных инновационных систем на современном этапе характеризуется переходом от линейных инновационных моделей к концепциям открытых инноваций и сетевого взаимодействия [Chesbrough, 2003, 2006]. Поэтому одной из основных задач мониторинга стало определение роли сторонних организаций в научно-технической и инновационной деятельности компаний, реализующих ПИР.

Согласно полученным данным, решающую роль такие партнеры играли при осуществлении предприятиями технологических инноваций²⁵. К услугам внешних исполнителей обращались преимущественно для производственного проектирования, приобретения машин, оборудования и новых технологий, осуществления других видов подготовки производства, закупки программных средств и обучения персонала, связанного с инновациями. В свою очередь ИиР новых продуктов и услуг, покупка патентов и лицензий выполнялись госкомпаниями в большей степени самостоятельно. Субподрядчики привлекались к таким видам работ в 42% и 22% случаев соответственно.

Особый интерес представляет анализ кооперационной активности при выполнении ИиР. В целом организации предпочитали проводить их собственными силами: внутренние расходы достигали 60.1% общих сумм, направленных на эту деятельность. Примечательно, что половина работ «научных подрядчиков» финансировалась из бюджетов всех уровней. Среди внешних исполнителей предпочтение отдавалось представителям сектора исследований и разработок, к которым относятся научно-исследовательские институты, конструкторские, проектно-конструкторские, технологические и другие организации — около 20.5% затрат на ИиР. На «вузовскую науку» приходилась существенно меньшая доля средств — 2.1% (рис. 8).

Рис. 8. Распределение затрат на ИиР компаний с государственным участием по исполнителям: 2011 (%)



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

²² Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. № 2227-р.

²³ См. также: поручение Президента Российской Федерации от 3 ноября 2011 г. № ПР-3291; поручение Правительства Российской Федерации от 31 января 2012 г. № ВС-П8-501; письмо Росимущества от 12 мая 2012 г. № ГН-15/14430 «О внедрении принципов соинвестирования в российские и международные венчурные фонды в практическую деятельность компаний с государственным участием».

²⁴ Законодательная база создания таких фондов содержится в федеральном законе от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике». Порядок их образования и использования закреплен Постановлением Правительства Российской Федерации от 13 октября 1999 г. № 1156 (ред. от 20 февраля 2002 г.) «Об утверждении Порядка образования и использования внебюджетных фондов федеральных органов исполнительной власти и коммерческих организаций для финансирования научных исследований и экспериментальных разработок».

²⁵ Поскольку в рамках нашего обследования данные представлялись головными организациями холдинговых структур, в качестве сторонних организаций могли выступать дочерние и зависимые общества, выполняющие работы (оказывающие услуги) по договорам с головной компанией.

Рис. 9. Затраты компаний с государственным участием на повышение квалификации и профессиональную переподготовку кадров в вузах в расчете на одного обучаемого по видам экономической деятельности: 2011 (тыс. руб./чел.)



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

В 2011 г. рассматриваемыми компаниями было подписано 7348 договоров на выполнение ИиР, из которых 719 — с вузами и 3268 — с другими партнерами. Столь значительное число инициированных ими проектов предоставляет исследовательским организациям возможность установления новых и укрепления существующих связей с бизнесом, но вместе с тем является для последних серьезным вызовом, который потребует развития инициативы и продуктивной деятельности их менеджмента и научных коллективов.

Принципиальным вопросом государственной инновационной политики является поддержка малого инновационного бизнеса и налаживание связей между крупными и малыми предприятиями. Данные обследования демонстрируют пока еще не устоявшийся характер научно-технологической кооперации: удельный вес малых и средних фирм в общем объеме внешних затрат на ИиР госкомпаний составляет всего 5.5%. Это обусловлено не только низкой заинтересованностью последних в подобных взаимодействиях, но и слабостью научного потенциала малого бизнеса.

Кооперация с вузами

В течение последних лет активно реализуется политика развития кооперационных связей между вузами и реальным сектором экономики в сфере ИиР и подготовки кадров²⁶. ПИР компаний с госучастием вносят свой вклад в этот процесс. Помимо проведения совместных научных исследований, в программах предусмотрены мероприятия по сотрудничеству с вузами: реализация образовательных программ, взаимное участие сотрудников фирм и учреждений высшего образования в коллегиальных органах управления и консультативных органах данных организаций, финансирование целевой подготовки кадров, проведение практик и стажировок студентов и аспирантов на базе предприятий и др.

В большинстве случаев бизнес сотрудничал с университетами по многим из перечисленных направлений. Только в реализации вузовских образовательных программ приняли участие примерно 12 тыс. его представителей. В компаниях, осуществляющих ПИР, в 2011 г. прошли производственную практику около 45 тыс. студентов, из которых более 10 тыс. были

приняты на работу. В количественном отношении подобные показатели весьма внушительны, однако качество подготовки специалистов остается «большим» вопросом. К тому же, реальный сектор слабо вовлечен в академическую мобильность: стажировки аспирантов и преподавателей вузов осуществлялись существенно реже: их прошли всего 1.4 тыс. чел.

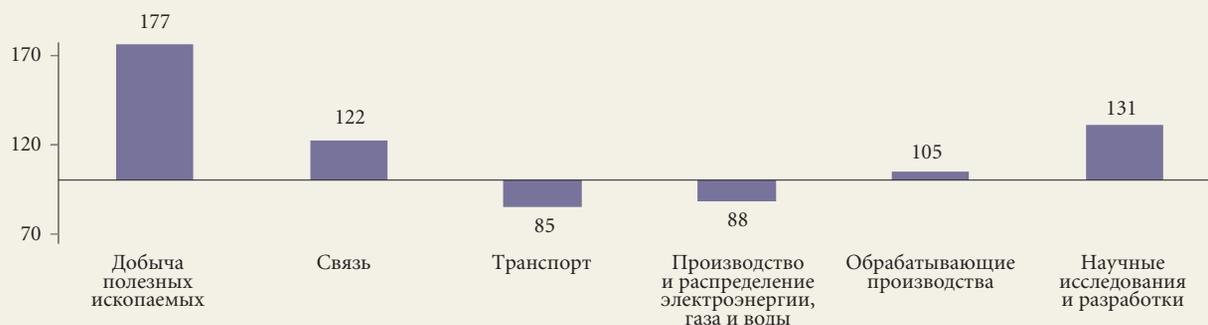
Среди совместных мероприятий в ПИР максимальное внимание уделялось дополнительному профессиональному образованию персонала. Инвестиции в соответствующие проекты более чем пятикратно превышают расходы на целевую подготовку кадров по программам высшего образования. Объем средств, адресованных программам дополнительного образования в расчете на одного обучаемого равнялся примерно 14 тыс. руб.; наивысшие значения — 22–23 тыс. руб. — продемонстрировали энергетические и добывающие организации, а минимальные — около 6 тыс. руб. — компании связи и сектора ИиР. Для сравнения: вложения госпредприятий в целевую подготовку кадров в вузах по программам высшего образования были в среднем несколько выше — 19.3 тыс. руб. в расчете на одного обучающегося. Возможно, соответствующие средние затраты на подготовку и переподготовку специалистов должны подлежать пересмотру при условии повышения качества практико-ориентированных образовательных программ.

Что касается выполнения программных объемов финансирования, то фактические вложения предприятий в целевую подготовку специалистов в вузах в 2011 г. оказались в среднем на 3.8% выше намеченных. Почти вдвое превысили уровень плановых обязательств организации добывающих отраслей (рис. 10). В транспортном и энергетическом секторах запланированные значения в среднем достигнуты не были.

Взаимодействие госкомпаний с вузами в образовательной сфере опирается, преимущественно, на связи, сложившиеся в течение многих лет. Однако незначительная доля соответствующих статей в общих расходах на ПИР демонстрирует, что масштабы и качество такой кооперации могли бы быть существенно выше, что зависит не только от бизнеса, но и от активности вузов-партнеров.

²⁶ Наиболее ярким примером стимулирования такой кооперации является постановление Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства». В 2010–2012 гг. были заключены 98 контрактов между компаниями и вузами на сумму более 34 млрд руб., из которых 18 млрд руб. — внебюджетные средства (по данным на апрель 2012 г.).

Рис. 10. Соотношение запланированных и фактических затрат компаний с государственным участием на целевую подготовку кадров в вузах по видам экономической деятельности (%)



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

Патентная активность

Индикаторами результативности ИиР служат показатели патентной активности. В ходе мониторинга анализировались количество полученных патентов на изобретения (в течение последних трех лет и за отчетный — 2011 г.) и интенсивность их использования в производстве. В 2011 г. исполнители ПИР оформили 2301 патент, из которых 2261 — российский. На общенациональном фоне эта цифра довольно существенна: порядка 11% общего числа патентов, выданных в России в 2011 г.²⁷ Вместе с этим деятельность государственных предприятий по регистрации прав на изобретения за рубежом незначительна: всего 2% из них получили международные патенты.

Наибольшее число патентов относится к сфере обрабатывающих производств; существенная часть также приходится на энергетику (рис. 11). Лидерами по данному показателю в 2011 г. стали ГК «Ростехнологии» (549 патентов) и ОАО «Российские железные дороги» (214)²⁸.

Наряду с этим госкомпании характеризуются довольно низким уровнем использования патентов в производстве. Соответствующий показатель за три последних года составляет в среднем по всем организациям 46%, а за отчетный год — 34%. На рис. 12 представлено его распределение для промышленных госкомпаний по видам экономической деятельности. Как видим, наименее интенсивно патенты реализуются в секторах добычи полезных ископаемых,

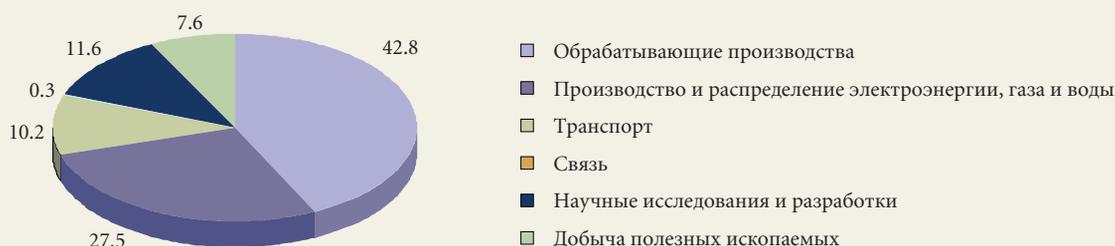
а также производства и распределения электроэнергии. В целом стратегии использования результатов научно-технических работ могут различаться (некоторые игроки предпочитают трансфер собственных технологий), но для промышленности все же более характерно их внедрение в производство, в связи с чем у обследованных акторов существуют явные резервы для совершенствования процессов управления интеллектуальной собственностью.

Результативность инновационной деятельности

Итоговым индикатором результативности корпоративных инноваций является удельный вес инновационной продукции в хозяйственном обороте [OECD, Eurostat, 2005]. Его максимальные значения отмечаются в госкомпаниях, относящихся к сфере ИиР. Высокая (на фоне страны) доля инновационных товаров, работ, услуг — у представителей обрабатывающих производств и энергетики (рис. 13). В сфере транспорта и связи указанная величина находится на уровне 1.4% и 1.1% соответственно.

Значение показателя в первичном секторе составило всего 0.2% (в сравнении с 6.7% по этой индустрии в целом). Следует, однако, учитывать, что данный индикатор не вполне объективно отражает результаты новаторской деятельности в добывающих отраслях, поскольку процессные инновации здесь преобладают

Рис. 11. Распределение числа патентов, полученных компаниями с государственным участием, реализующими ПИР, по видам экономической деятельности: 2011 (%)

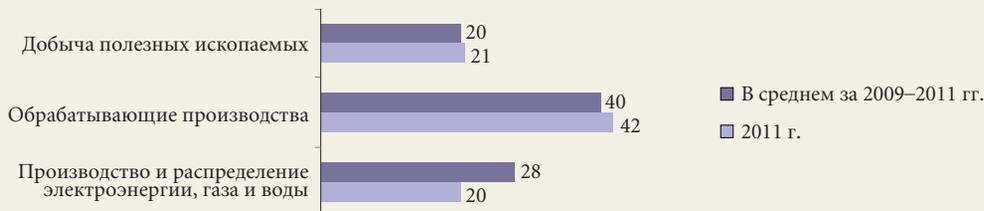


Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

²⁷ По данным аналитических материалов Роспатента, характеризующих состояние изобретательской активности в регионах РФ за 2011 г. Режим доступа: http://www.rupro.ru/gosp_reg/sod/lzobr_aktiv/links/an_izb_2012.pdf (дата обращения 15 октября 2012 г.).

²⁸ По информации РИА Новости от 28 июня 2012 г. (режим доступа: <http://www.ria.ru>, дата обращения 15 ноября 2012 г.) и Интернет-портала ОАО «РЖД» (режим доступа: <http://www.rzd.ru>, дата обращения 7 октября 2012 г.).

Рис. 12. Коэффициент использования патентов промышленных компаний с государственным участием, реализующих ПИР, по видам экономической деятельности (удельный вес патентов, используемых в производственных подразделениях компании, в общем числе полученных патентов на изобретения, %)



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

над продуктовыми. С учетом этого факта, например, в британском докладе, посвященном «скрытым инновациям», предлагаются новые показатели для измерения инновационной активности в ряде секторов экономики, включая нефтедобычу [NESTA, 2007].

Объем экспорта инновационной продукции промышленных компаний, реализующих ПИР, составил 80.1 млрд руб., при этом лишь 54% из них отгружали ее за пределы РФ. Доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме экспорта промышленных предприятий уступает аналогичному индикатору по российской промышленности (5.8% против 8.8%), несмотря на то, что для отдельных индустриальных секторов характерен противоположный тренд (рис. 14). Как было показано ранее, в большой степени это обусловлено низким объемом продуктовых инноваций в добывающем секторе.

В целях получения более объективных оценок представляет интерес анализ произведенной инновационной продукции по уровню новизны (новая (вновь внедренная, подвергавшаяся значительным технологическим изменениям) или усовершенствованная) и по типу новизны для рынка (новая в мировом масштабе, для рынка сбыта предприятия, либо самой компании, но не рынка) [Гохберг, 2012].

Основные итоги реализации программ

Представленные данные о реализации ПИР в 2011 г. позволяют сделать первые выводы. Реальным приоритетом для большинства компаний с государственным участием остается модернизация основных фондов

путем приобретения современных машин и оборудования, что соответствует общероссийскому тренду. Технологические заимствования доминируют над другими возможными моделями инновационного развития, и вряд ли этому есть реальная альтернатива ввиду высокой степени износа основных фондов. Вместе с тем, политика стимулирования роста инвестиций в научно-техническую деятельность уже проявилась в динамике соответствующих показателей российских госкомпаний (по крайней мере по данным их официальной отчетности), особенно в сфере промышленного производства. По доле затрат на ИиР в выручке в среднем они находятся на одном уровне с зарубежными конкурентами, а иногда и опережают их. Конечно, речь не идет о сопоставимости абсолютных объемов. По оценкам Еврокомиссии, в 2011 г. лишь две российские компании (ОАО «Газпром» и ОАО «Лукойл») заняли соответственно 108-е и 482-е места среди 1000 крупнейших корпоративных спонсоров ИиР [European Commission, 2011].

Уделяя внимание собственным ИиР, государственные компании тратят незначительную часть средств на приобретение новых технологий, что свидетельствует о преимущественно замкнутом характере их инновационной активности. Это подтверждается и данными по затратам на исследования и разработки, основную часть которых (около 60%) составляют внутренние расходы. На кооперацию с малыми и средними фирмами, которую разработчики ПИР призваны развивать, они выделяют пока всего 5.5% своего бюджета на ИиР.

Недооцененным остается и такой вид инновационной деятельности, как обучение и подготовка персонала,

Рис. 13. Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг промышленных компаний с государственным участием, реализующих ПИР, по видам экономической деятельности: 2011 (%)



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

Рис. 14. Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме товаров, работ, услуг, отгруженных за пределы Российской Федерации, компаний с государственным участием, реализующих ПИР, по видам экономической деятельности: 2011 (%)



связанные с инновациями. Недостаток внимания к нему может оказать (и в ряде отраслей это проявляется в полной мере) негативное влияние на адаптацию новых технологических решений, эффективность производственных процессов и динамику производительности труда. Отсутствие устойчивых связей между реальным сектором и высшими учебными заведениями способно привести к дальнейшему снижению качества подготовки специалистов и их востребованности на кадровом рынке, тем более что предприятия с госучастием предпочитают инвестировать в послевузовское внутрифирменное обучение, нежели чем финансировать целевую подготовку молодых кадров по программам среднего и высшего профессионального образования.

Первые признаки жизнеспособности продемонстрировали технологические платформы: средства, направленные крупным бизнесом в их проекты, составили почти 4% общего объема вложений в ИиР. Однако как инструмент научно-технической кооперации платформы пока не достигли требуемого уровня: лишь около трети фирм поддерживали ИиР сторонних научно-исследовательских организаций в рамках этой инициативы.

Венчурная активность госпредприятий в 2011 г. была невысокой: в своем большинстве они пока не смогли выстроить соответствующие стратегии.

Интенсивность патентования в крупнейших компаниях с государственным участием существенно варьируется вследствие различий в размерах, видах экономической деятельности и моделях развития. Выделяются некоторые лидеры, сопоставимые по числу полученных патентов с зарубежными конкурентами. Однако остаются неясными направления их патентных стратегий: учитывая низкие показатели отгрузки инновационных продуктов на экспорт, можно предположить, что регистрируемые патенты далеко не всегда реализуются в производстве конкурентоспособной продукции, а их получение во многом либо носит сугубо охранительный характер, либо направлено на снижение репутационных рисков.

Что касается результативности новаторской деятельности (измеряемой, в частности, долей инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженной продукции), то в ряде промышленных секторов показатели госпредприятий превышают средние по стране. Вместе с тем, имеющиеся данные не позволяют судить

об уровне новизны произведенной и экспортированной инновационной продукции.

В качестве наиболее заметных итогов реализации ПИР в 2011 г. отметим рост ресурсного обеспечения инновационной активности компаний с государственным участием и их вовлечение в некоторые смежные инициативы государства. Предполагается, что «сегодняшние» организационные начинания и инвестиции произведут эффект в последующие пять-восемь лет, ведь большинство инновационных программ разработаны на срок до 2020 г. Однако само по себе увеличение финансирования не гарантирует роста результативности. Не менее важную роль в этом процессе будут играть качество менеджмента, лояльность персонала к структурным изменениям и корпоративная культура, поддерживающая инновации.

Выводы и рекомендации

Одним из центральных итогов кампании по разработке и реализации ПИР на текущий момент являются внутрикорпоративные трансформации. За короткий срок на инновационное развитие были выделены серьезные бюджеты, назначены ответственные руководители, сформированы соответствующие структурные подразделения, в отдельных случаях создана система документации, регламентирующая управление инновациями. В дальнейшем, в соответствии с классической практикой инновационного менеджмента [Taker, 2006, и др.], цели и принципы новаторской деятельности должны распространиться на подразделения и дочерние структуры холдингов (в ряде компаний подобные процессы уже реализуются); предстоит сформировать действенную систему стимулирования инновационной активности менеджмента и персонала, проводить мониторинг и корректировку инновационных стратегий.

Однако, как любая новая инициатива, кампания по реализации программ инновационного развития подвержена ряду рисков. Одним из них является превращение позитивных организационных начинаний в рутинные работы по формированию отчетности и фиксации текущих результатов, а не развитию инновационных процессов. Отчасти такое поведение является следствием навязывания со стороны государства лишних индикаторов и отчетности, по цепочке, пронизывающей все управленческие звенья крупных

холдингов. Исследования социальной напряженности персонала в ряде госкорпораций (в том числе, в данное время реализующих ПИР), проводившиеся ранее с участием автора настоящей статьи, показывают, что избыточная отчетность, запрашиваемая вышестоящими управленцами (работающими в головных подразделениях), существенно снижает продуктивность. В большей степени негативные эффекты отражаются на руководителях низового и среднего звена, а также инженерных работниках, существенным образом деформируя их функциональное поле и занимая большую часть основного рабочего времени²⁹. Стоит сказать и о каждодневных переработках и снижении мотивации данной категории руководителей (как правило, дополнительное время редко оплачивается).

Другим нежелательным последствием чрезмерного давления на бизнес в связи с «принуждением к инновациям» становится существенное искажение информации. Так, мониторинг показал, что уже сегодня можно подвергнуть сомнению достоверность некоторых данных в силу завышения компаниями ряда показателей, а это, в свою очередь, может сказаться на корректности принимаемых управленческих решений. К отрицательным итогам могут приводить и ошибки в отношении мотивации труда, недооценки роли и вклада рядовых работников в инновационный процесс.

Со стороны государства, возможно, следовало бы предпринять усилия по повышению «осязаемости» и конкретизации результатов ПИР, которые будут ощутимо различаться в зависимости от специфики деятельности организаций. Например, для территориально распределенных транспортных и энергетических компаний, реализующих программы, итоги инновационного развития будут носить, скорее, локальный социально-ориентированный характер; структуры, относящиеся к сфере промышленного производства, очевидно, в большей степени нацелятся на рост объемов отгрузки инновационной продукции. Таким образом, одной из текущих задач бизнеса и государства могло бы стать достижение консенсуса по поводу места и роли каждой компании в развитии своего сектора, а также ожидаемых конкретных экономических последствий от реализации ПИР для самих исполнителей и потребителей их товаров и услуг.

Очевидно и то, что лишь отдельные разработчики ПИР способны стать «настоящими» национальными лидерами (по примеру южнокорейских корпораций). Важно не ошибиться стратегически и сделать ставку на управленческие команды, способные превратить их в мощные катализаторы инновационного роста внутри страны и сделать достойными представителями на глобальном рынке.

В завершение приведем рекомендации, которые могут служить определенными ориентирами для совершенствования государственной политики в рассматриваемой сфере.

- *Дифференциация стимулирующих мер.* Поскольку организации, реализующие ПИР, характеризуются различными моделями функционирования (в том числе не предусматривающими раскрытия информации), универсальные инструменты целесообразно индивидуализировать³⁰, разумеется, с учетом масштабов деятельности госкомпаний и степени их влияния на экономику страны. Соответствующие уточнения могут касаться и вовлечения новых игроков в инновационное поле разработчиков ПИР, и ожидаемых итогов реализации этих программ.
- *Содействие развитию кооперации между государственными компаниями (с «открытыми» моделями функционирования) и другими субъектами:* малыми инновационными фирмами, вузами, научными организациями, институтами развития, международными партнерами и др. Мониторинг выявил, что на текущий момент инновационные модели большинства госпредприятий в основном остаются замкнутыми.
- *Согласование различных направлений корпоративной политики госкомпаний (социальной, экологической, финансовой, информационной и др.) с их инновационными стратегиями.* Большинство запланированных в ПИР целей невозможно реализовать в отрыве от других корпоративных процессов. Как показывает лучшая зарубежная практика [Kanter, 2009], инновационные корпорации, которые нацелены на прорывные результаты, вынуждены кардинально менять свои ключевые ценности, стратегические приоритеты и социальную политику.
- *Разработка мер, упреждающих риски имитации инновационной активности,* выражающейся в подготовке «инновационной отчетности» без каких-либо ощутимых изменений в деятельности компаний. В этом отношении отчетность, возможно, следовало бы модифицировать, сконцентрировавшись на более понятных средне- и долгосрочных результатах осуществления ПИР. Другой возможностью является повышение точности измерений в рамках мониторинга за счет установления специфичных целевых индикаторов, учитывающих отраслевые особенности инновационной деятельности.
- *Конкретизация инновационных стратегий, их интеграция в дорожные карты технологического развития секторов, рынков, регионов;* отражение в дорожных картах роли госкомпаний, итогов их участия. Такие преобразования, возможно, потребуют коррекции самих инновационных стратегий этих субъектов, но вместе с тем реальные экономические и социальные эффекты от реализации ПИР станут куда более очевидными не только для определенного узкого круга акторов, но и других участников национальной инновационной системы. ■

²⁹ Согласно проведенным в 2009–2010 гг. обследованиям в нескольких крупных территориально распределенных холдингах, заполнение излишней (по меркам руководителей среднего и низового звена) отчетности занимает от 50% до 70% времени соответствующих управленцев и главных инженеров. Обязанности инженерных работников (которые должны способствовать инновационному развитию компании) часто полностью сводятся к подготовке различного рода отчетности.

³⁰ Аналогичный подход предложен при проектировании государственной инновационной политики с учетом специфики тех или иных секторов экономики, моделей инновационного поведения компаний и т. п. [Гохберг, Кузнецова, 2011].

- Гершман М.А., Голанд М.Ю., Кузнецова И.А., Рудник П.Б., Сенченя Г.И. (2012) Методические материалы по разработке и реализации программ инновационного развития акционерных обществ с государственным участием, государственных корпораций и федеральных государственных унитарных предприятий / Под ред. Л.М. Гохберга. М.: НИУ ВШЭ.
- Гохберг Л.М., Кузнецова И.А. (2009) Инновации в российской экономике: стагнация в преддверии кризиса? // Форсайт. Т. 3. № 2. С. 28–46.
- Гохберг Л.М., Кузнецова Т.Е. (2011) Стратегия 2020: новые контуры инновационной политики // Форсайт. Т. 5. № 4. С. 8–30.
- Гохберг Л.М. (ред.) (2012) Экономика знаний в терминах статистики: наука, технологии, инновации, образование, информационное общество (терминологический словарь). М.: Экономика.
- Минэкономразвития (2010) Рекомендации по разработке программ инновационного развития акционерных обществ с государственным участием, государственных корпораций и федеральных государственных унитарных предприятий (утверждены решением Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 3 августа 2010 г., протокол № 4). Режим доступа: http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/innovations/innovative/doc03082010_02 (дата обращения 18 декабря 2012 г.).
- Минэкономразвития (2011) Методические материалы по разработке программ инновационного развития акционерных обществ с государственным участием, государственных корпораций и федеральных государственных унитарных предприятий (утверждены распоряжением Минэкономразвития России от 31 января 2011 г. № ЗР-ОФ). Режим доступа: http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/innovations/innovative/doc20110201_02 (дата обращения 10 декабря 2012 г.).
- НИУ ВШЭ (2012a) Индикаторы инновационной деятельности: 2012. Статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ.
- НИУ ВШЭ (2012b) Индикаторы науки: 2012. Статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ.
- НИУ ВШЭ (2013) Индикаторы инновационной деятельности: 2013. Статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ.
- Рудник П.Б. (2011) Технологические платформы в практике российской инновационной политики // Форсайт. Т. 5. № 1. С. 16–25.
- Такер Р. (2006) Инновации как формула роста. Новое будущее ведущих компаний. М.: Олимп-Бизнес.
- Шпренгер К. (2010) Государственная собственность в российской экономике: масштаб и распределение по секторам // Журнал Новой экономической ассоциации. № 6. С. 120–142.
- Andrew J., Sirkin H. (2006) Payback: Reaping the rewards of innovation. Boston: The Boston Consulting Group, Harvard Business School Publishing.
- Capobianco A., Christiansen H. (2011) Competitive Neutrality and State-Owned Enterprises: Challenges and Policy Options. OECD Corporate Governance Working Papers. № 1. Paris: OECD.
- Chesbrough H. (2003) Open Innovation. Cambridge, MA: Harvard Business Press.
- Chesbrough H. (2006) Open Business Models. Cambridge, MA: Harvard Business Press.
- European Commission (2011) The 2011 EU Industrial R&D Investment Scoreboard. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Grueber M., Studt T. (2011) 2012 Global R&D Funding Forecast: R&D Spending Growth Continues While Globalization Accelerates // R&D Magazine. December 16. P. 3–35.
- Kanter R.M. (2009) SuperCorp: How Vanguard Companies Create Innovation, Profits, Growth, and Social Good. New York: Crown Business.
- Jaruzelski B., Dehoff K. (2008) Beyond Borders: The Global Innovation 1000 // Strategy and Business. Issue 53 (Winter). P. 1–17. Режим доступа: http://www.strategy-business.com/media/file/sb53_08405.pdf (дата обращения 10 декабря 2012 г.).
- Jaruzelski B., Loehr J., Holman R. (2011) Why culture is key: The Global Innovation 1000 // Strategy and Business. Issue 65 (Winter). P. 1–16. Режим доступа: <http://www.strategy-business.com/media/file/sb65-11404-Global-Innovation-1000-Why-Culture-Is-Key.pdf> (дата обращения 17 декабря 2012 г.).
- Liuhto K., Vahtra P. (2009) Who governs the Russian economy? A cross-section of Russia's largest corporations. Electronic Publications of Pan-European Institute. № 12/2009. Turku School of Economics.
- NESTA (2007) Hidden innovation. How innovation happens in six «low innovation» sectors. London: NESTA.
- OECD (2008) OECD Reviews of Innovation Policy: China. Paris: OECD.
- OECD (2009) OECD Reviews of Innovation Policy: Korea. Paris: OECD.
- OECD (2010a) The OECD Innovation Strategy: Getting a Head Start on Tomorrow. Paris: OECD.
- OECD (2010b) SMEs, Entrepreneurship and Innovation Series: OECD Studies on SMEs and Entrepreneurship. Paris: OECD.
- OECD (2011a) Business Innovation Policies: Selected Country Comparisons. Paris: OECD. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264115668-en> (дата обращения 8 октября 2012 г.).
- OECD (2011b) Corporate Governance of State-Owned Enterprises: Change and Reform in OECD Countries since 2005. Paris: OECD.
- OECD, Eurostat (2005) Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data (3rd ed.). Paris: OECD.
- OECD, World Bank (2009) Innovation and Growth: Chasing a Moving Frontier / Eds. C. Braga, P. Padoan, V. Chandra, D. Eröcal. Paris: OECD.
- Sakakibara M. (1997) Evaluating government-sponsored R&D consortia in Japan: Who benefits and how? // Research Policy. Vol. 26. P. 447–473.
- Sakakibara M., Cho D. (2002) Cooperative R&D in Japan and Korea: A comparison of industrial policy // Research Policy. Vol. 31. P. 673–692.
- USPTO (2012) Patenting by Organizations 2011. US Patent and Trademark Office. Режим доступа: http://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/topo_11.pdf (дата обращения 12 декабря 2012 г.).
- WIPO (2011) World Intellectual Property Indicators 2011. WIPO Economics & Statistics Series. Geneva: World Intellectual Property Organization.
- World Bank (2010) The Innovation Policy: A Guide for Developing Countries. Washington, DC: World Bank Publications. P. 71–105.
- Yizhou W. (2012) Shanghai spurs R&D investment // Global Times (16 August). Режим доступа: <http://www.globaltimes.cn/content/727422.shtml> (дата обращения 7 декабря 2012 г.).
- Zeng T., Lin H. (2011) Ownership Structure and R&D Spending: Evidence from China's Listed Firms // Chinese Management Studies. Vol. 5. № 1. P. 82–93.

Innovation Development Programmes for the State-owned Companies: First Results

Mikhail Gershman

Senior Research Fellow, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, National Research University — Higher School of Economics. Address: National Research University — Higher School of Economics, 20, Myasnitskaya str., Moscow, 101000, Russian Federation. E-mail: mgershman@hse.ru

Abstract

Enhancing innovation performance in the industrial sector of the Russian economy is a long overdue. Since 2010 the government has conducted a kind of «incumbent» policy approach, encouraging mainly the largest state-owned companies. The latter are obliged to elaborate and implement innovation development programmes (IDPs) in order to accelerate modernization of the Russian economy and increase demand for innovation.

This paper analyzes the results of the monitoring of STI activities undertaken by the state-owned companies in relation to implementation of innovative development programmes. It evaluates the interim results of government initiatives to foster innovation in the related business segment, notes the negative effects of excessive «compulsion» to innovate and provides recommendations for improving policy.

Monitoring shows that the actual priority for most companies is modernization of fixed assets through acquisition of modern machinery and equipment. Technology adoption, along with R&D investments, significantly surpasses other possible mechanisms

encouraging innovative development (including support for small and medium-sized enterprises (SMEs), education and training in innovation, co-operation with other actors in the framework of technology platforms, venture funding). The innovation outputs of the surveyed group of companies are in fact comparable to the Russian average although monitoring does not allow the assessment of corporate patent strategies or the novelty of innovative products that are produced and exported.

The author argues that the fundamental policy effect through organizational changes and investments may manifest itself in the next decade. However, the quality of the corporate management, employee loyalty to structural change and organisational culture that supports innovation, would likely be more important in enhancing overall performance. Policy recommendations include: differentiation of government incentives according to the companies' specificities, development of their external linkages with SMEs and universities, linking innovation strategies to corporate policies, and integration of IDPs into the roadmaps of technological development of Russian regions and markets.

Keywords

innovative development programme; state-owned company; innovation performance; coercion to innovation

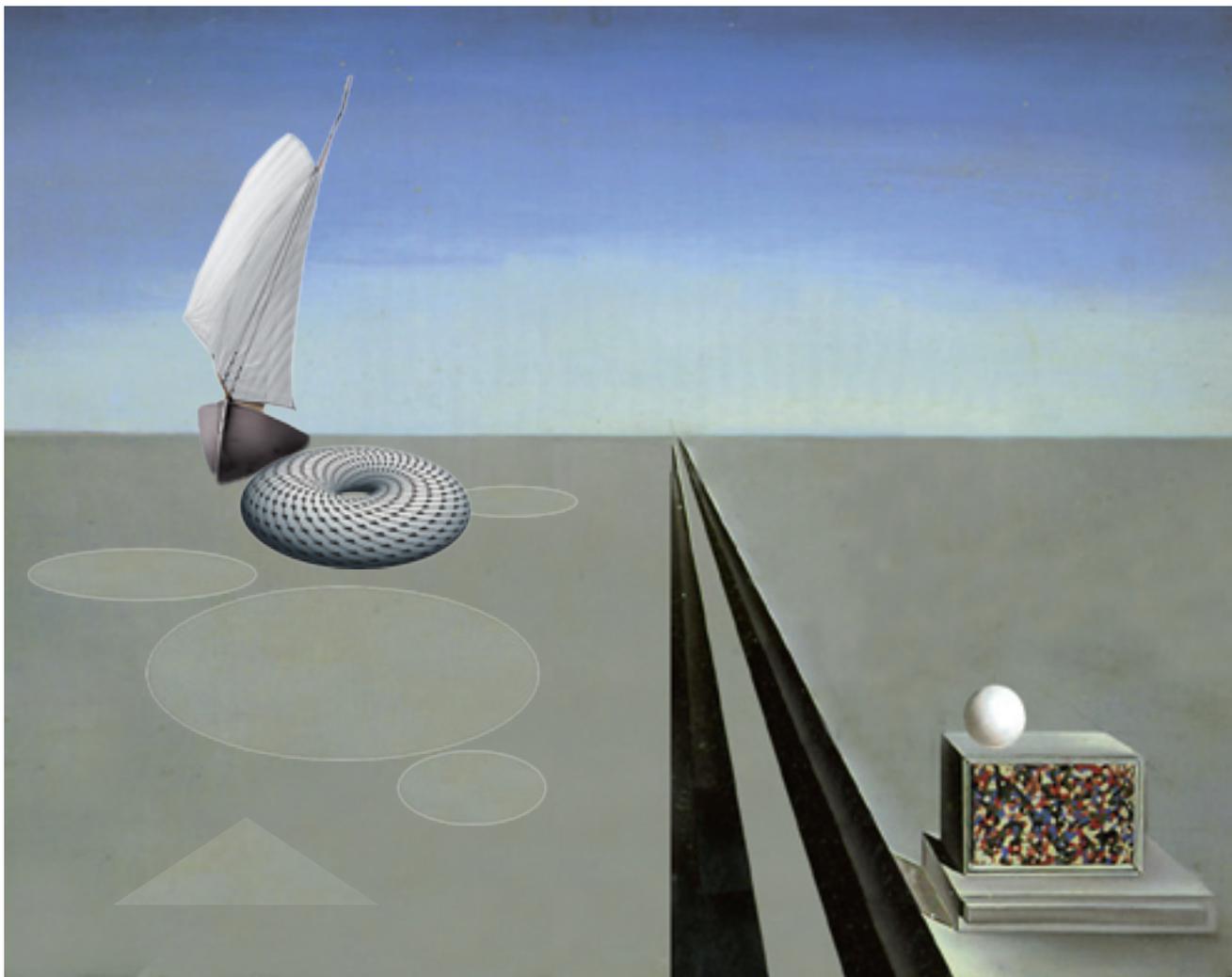
References

- Andrew J., Sirkin H. (2006) *Payback: Reaping the rewards of innovation*, Boston: The Boston Consulting Group, Harvard Business School Publishing.
- Capobianco A., Christiansen H. (2011) *Competitive Neutrality and State-Owned Enterprises: Challenges and Policy Options*. OECD Corporate Governance Working Papers, no 1, Paris: OECD.
- Chesbrough H. (2003) *Open Innovation*, Cambridge, MA: Harvard Business Press.
- Chesbrough H. (2006) *Open Business Models*, Cambridge, MA: Harvard Business Press.
- European Commission (2011) *The 2011 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*, Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Gershman M., Goland M., Kuznetsova I., Rudnik P., Senchenya G. (2012) *Metodicheskie materialy po razrabotke i realizatsii programm innovatsionnogo razvitiya aktsionernykh obshchestv s gosudarstvennym uchastiem, gosudarstvennykh korporatsii i federal'nykh gosudarstvennykh unitarnykh predpriyatii* [Methodological Guidelines for Elaboration and Implementation of Innovation Strategies of State-owned Companies] (ed. L. Gokhberg), Moscow: HSE.
- Gokhberg L. (ed.) (2012) *Ekonomika znaniy v terminakh statistiki: nauka, tekhnologii, innovatsii, obrazovanie, informatsionnoe obshchestvo (terminologicheskii slovar')* [Economics of Knowledge in Terms of Statistics: Science, Technology, Innovation, Education, Information Society (Terminological Glossary)], Moscow: Ekonomika.
- Gokhberg L., Kuznetsova I. (2009) *Innovatsii v rossiiskoi ekonomike: stagnatsiya v preddverii krizisa?* [Innovation in the Russian Economy: Stagnation before Crisis?]. *Foresight-Russia*, vol. 3, no 2, pp. 28–46.

- Gokhberg L., Kuznetsova T. (2011) *Strategiya 2020: novye kontury innovatsionnoi politiki* [Strategy 2020: New Outlines of Innovation Policy]. *Foresight-Russia*, vol. 5, no 4, pp. 8–30.
- Grueber M., Studt T. (2011) 2012 Global R&D Funding Forecast: R&D Spending Growth Continues While Globalization Accelerates. *R&D Magazine*, December 16, pp. 3–35.
- HSE (2012a) *Indikatoriy innovatsionnoi deyatel'nosti: 2012. Statisticheskii sbornik* [Indicators of Innovative Activity: 2012. Data Book], Moscow: HSE.
- HSE (2012b) *Indikatoriy nauki: 2012. Statisticheskii sbornik* [Science Indicators: 2012. Data Book], Moscow: HSE.
- HSE (2013) *Indikatoriy innovatsionnoi deyatel'nosti: 2013. Statisticheskii sbornik* [Indicators of Innovative Activity: 2013. Data Book], Moscow: HSE.
- Jaruzelski B., Dehoff K. (2008) Beyond Borders: The Global Innovation 1000. *Strategy and Business*, issue 53 (Winter), pp. 1–17. Available at: http://www.strategy-business.com/media/file/sb53_08405.pdf (accessed 10 December 2012).
- Jaruzelski B., Loehr J., Holman R. (2011) Why culture is key: The Global Innovation 1000. *Strategy and Business*, issue 65 (Winter), pp. 1–16. Available at: <http://www.strategy-business.com/media/file/sb65-11404-Global-Innovation-1000-Why-Culture-Is-Key.pdf> (accessed 17 December 2012).
- Kanter R.M. (2009) *SuperCorp: How Vanguard Companies Create Innovation, Profits, Growth, and Social Good*, New York: Crown Business.
- Liuhto K., Vahtra P. (2009) *Who governs the Russian economy? A cross-section of Russia's largest corporations*. Electronic Publications of Pan-European Institute, no 12/2009, Turku School of Economics.
- Ministry of Economic Development (2010) *Rekomendatsii po razrabotke programm innovatsionnogo razvitiya aktsionnykh obshchestv s gosudarstvennym uchastiem, gosudarstvennykh korporatsii i federal'nykh gosudarstvennykh unitarnykh predpriyatii* [Recommendations on Elaborating Innovation Development Programmes for State-owned Companies]. Available at: http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/innovations/innovative/doc03082010_02 (accessed 18 December 2012).
- Ministry of Economic Development (2011) *Metodicheskie materialy po razrabotke programm innovatsionnogo razvitiya aktsionnykh obshchestv s gosudarstvennym uchastiem, gosudarstvennykh korporatsii i federal'nykh gosudarstvennykh unitarnykh predpriyatii* [Methodical Guidelines for Elaborating Innovation Development Programmes for State-owned Companies]. Available at: http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/innovations/innovative/doc20110201_02 (accessed 10 December 2012).
- NESTA (2007) *Hidden innovation. How innovation happens in six «low innovation» sectors*, London: NESTA.
- OECD (2008) *OECD Reviews of Innovation Policy: China*, Paris: OECD.
- OECD (2009) *OECD Reviews of Innovation Policy: Korea*, Paris: OECD.
- OECD (2010a) *The OECD Innovation Strategy: Getting a Head Start on Tomorrow*, Paris: OECD.
- OECD (2010b) *SMEs, Entrepreneurship and Innovation Series: OECD Studies on SMEs and Entrepreneurship*, Paris: OECD.
- OECD (2011a) *Business Innovation Policies: Selected Country Comparisons*, Paris: OECD. Available at: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264115668-en> (accessed 8 October 2012).
- OECD (2011c) *Corporate Governance of State-Owned Enterprises: Change and Reform in OECD Countries since 2005*, Paris: OECD.
- OECD, Eurostat (2005) *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data* (3rd ed.), Paris: OECD.
- OECD, World Bank (2009) *Innovation and Growth: Chasing a Moving Frontier* (eds. C. Braga, P. Padoan, V. Chandra, D. Eröcal), Paris: OECD.
- Rudnik P. (2011) Tekhnologicheskie platformy v praktike rossiiskoi innovatsionnoi politiki [Technology Platforms in the Russian Innovation Policy Practice]. *Foresight-Russia*, vol. 5, no 1, pp. 16–25.
- Sakakibara M. (1997) Evaluating government-sponsored R&D consortia in Japan: Who benefits and how? *Research Policy*, vol. 26, pp. 447–473.
- Sakakibara M., Cho D. (2002) Cooperative R&D in Japan and Korea: A comparison of industrial policy. *Research Policy*, vol. 31, pp. 673–692.
- Shprenger K. (2010) Gosudarstvennaya sobstvennost' v rossiiskoi ekonomike: masshtab i raspredelenie po sektoram [State Ownership in the Russian Economy. Its Magnitude and Sectoral Distribution]. *Zhurnal Novoi ekonomicheskoi assotsiatsii* [New Economic Journal], no 6, pp. 120–142.
- Taker R. (2006) *Innovatsii kak formula rosta. Novoe budushchee vedushchikh kompanii* [Driving Growth Through Innovation: How Leading Firms are Transforming Their Futures], Moscow: Olimp-Biznes.
- USPTO (2012) *Patenting by Organizations 2011*, US Patent and Trademark Office. Available at: http://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/topo_11.pdf (accessed 12 December 2012).
- WIPO (2011) *World Intellectual Property Indicators 2011*. WIPO Economics & Statistics Series, Geneva: World Intellectual Property Organization.
- World Bank (2010) *The Innovation Policy: A Guide for Developing Countries*, Washington, DC: World Bank Publications, pp. 71–105.
- Yizhou W. (2012) Shanghai spurs R&D investment. *Global Times* (16 August). Available at: <http://www.globaltimes.cn/content/727422.shtml> (accessed 7 December 2012).
- Zeng T., Lin H. (2011) Ownership Structure and R&D Spending: Evidence from China's Listed Firms. *Chinese Management Studies*, vol. 5, no 1, pp. 82–93.

Развитие национального рынка программного обеспечения: альтернативы государственной политики¹

М.Е. Дорошенко*, К.Г. Скрипкин**



Правительства ряда стран рассматривают продвижение открытого программного обеспечения (Open Source) как важный инструмент политики развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). В России с 2010 г. реализуется инициатива по созданию Национальной программной платформы, ориентированной на развитие приложений на основе Open Source и их принудительное внедрение во властных структурах.

Авторы статьи сопоставляют результативность подобного «прямого» подхода с косвенными стимулами к распространению открытого программного обеспечения (ПО) на фоне оказываемых им эффектов для развития программного рынка и сектора ИКТ в целом.

* Дорошенко Марина Евгеньевна — заведующая отделом аналитических исследований, Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ.

Адрес: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Москва, Мясницкая ул., 20. E-mail: mdoroshenko@hse.ru

** Скрипкин Кирилл Георгиевич — доцент кафедры экономической информатики, экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские Горы, 1, строение 46. E-mail: k.skripkin@gmail.com

Ключевые слова

информационно-коммуникационные технологии; открытое программное обеспечение; проприетарное программное обеспечение; виртуальные сети; соизобретение; издержки переключения; сетевые эффекты

¹ Статья подготовлена в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

Сектор информационно-коммуникационных технологий как объект государственной политики

Недавний глобальный финансово-экономический кризис способствовал существенному усилению интереса исследователей и политиков к теме государственного регулирования экономики. Упование на «невидимую руку рынка», характерное для рубежа XX–XXI вв., сменилось пониманием невозможности полного устранения государства даже с самых успешных рынков и отраслей, включая сферу ИКТ, которую кризис, как в мире, так и в России, почти не затронул.

В ходе мониторинга российского сектора интеллектуальных услуг [Дорошенко, 2011] Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ ежегодно опрашивает широкий круг корпоративных респондентов, в том числе 60 ведущих ИКТ-компаний и их заказчиков. Выявлено, что отрицательная динамика наблюдалась здесь в 2009 г., но уже в 2010 г. индустрии почти удалось вернуться к докризисным позициям, а в 2011 г. наметился стремительный подъем, сохранившийся и в течение 2012 г. (табл. 1).

Другими словами, ситуация в российской ИКТ-отрасли в целом благополучная. Между тем большинство опрошенных высказывается за ее активную государственную поддержку, и лишь 15% полагают, что вмешательство должно быть минимальным. Подобная позиция обосновывается серьезными аргументами. Для стран, претендующих на формирование современного типа экономики, ИКТ имеют стратегическое значение, занимая особое положение среди наукоемких технологических областей. Как свидетельствуют расчеты, в развитых государствах они оказывают сильное влияние на всю экономику [Перминов, 2007; Перминов, Егорова, 2009; Brynjolfsson, Saunders, 2010, p. 41–52]. Так, в США, по оценкам, в 1995–2000 гг. ИКТ обеспечивали 78% прироста производительности труда, а в 2000–2006 гг. — 38% [Brynjolfsson, Saunders, 2010, p. 48]. Во многом такая динамика обусловлена масштабными инвестициями в ИКТ, которые после 2000 г. превысили 50% общих затрат на оборудование [там же, p. 18]. Быстрое развитие этой сферы способствовало подъему некоторых развивающихся экономик, например, Сингапура [Economic Policy Group, 2010], Южной Кореи [Kim, 2009] и др., да и в ряде более бедных стран, например в Индии, также наблюдаются высокие темпы роста и позитивное воздействие на экономику [Балашова, Лазанюк, 2004]. Подобные успехи позволяют рассматривать ИКТ в качестве ключевого драйвера экономического развития [UNCTAD, 2011].

Вместе с тем исследователи отмечают, что способности различных организаций и государств к освоению

Табл. 1. Динамика изменений объема рынка ИКТ: 2009–2012 (%)

Годы				2012 г. по сравнению с 2008 г.
2009	2010	2011	2012	
-9.3	+9.0	+20.5	+16.5	+40.4

Источник: мониторинг сектора интеллектуальных услуг (НИУ ВШЭ).

преимуществ ИКТ далеко не одинаковы. Для России в настоящее время характерно отставание — с позиций не только развития самой индустрии, но и ее влияния на общую продуктивность экономики. Удельный вес сектора ИКТ в национальном ВВП составляет 3.8% против 5–7% в ведущих странах Западной Европы [НИУ ВШЭ, 2013]. В мировом рейтинге по развитию ИКТ страна занимает 47-е место (из 116 возможных) [НИУ ВШЭ, 2012, с. 10–12]. С точки зрения производительности труда наблюдается их заметное воздействие, прежде всего, на банковское дело и торговлю [Перминов, Егорова, 2009].

На фоне дискуссий о необходимости вмешательства государства в сферу ИКТ во весь рост встал вопрос о разработке эффективных и гибких методов регулирования. Инструменты политики достаточно разнообразны: они включают государственные закупки, стандарты, сертификацию, лицензирование производителей в определенных сегментах, налогообложение, таможенную политику и др. Столь же широк и спектр возможных результатов — от создания высокотехнологичных кластеров до непреднамеренного блокирования развития отрасли.

В России государственное регулирование традиционно ограничивалось «прямыми» механизмами, такими как сертификация оборудования², управление доступом к информации и ее защита³, налоговые льготы для разработчиков ПО⁴ и т. п. Однако в последние годы вводятся меры более широкого характера, призванные стимулировать спрос на ИКТ. Приняты законы в смежных областях: о связи (№ 126-ФЗ), об участии в международном информационном обмене (№ 85-ФЗ). Важную роль сыграл закон об электронной подписи (№ 63-ФЗ), заложивший правовые основы электронного документооборота.

Наконец, в 2008–2010 гг. группа предпринимателей и парламентариев инициировала создание Национальной программной платформы, охватывающей операционную систему и базовые прикладные продукты отечественной разработки на основе открытого исходного кода (Open Source)⁵. В результате появилось распоряжение Правительства РФ 2299-р от 17 декабря 2010 г., которое утвердило план создания приложений Платформы и ее принудительного внедрения в органах власти.

Как видим, по отношению к ИКТ-индустрии государство демонстрирует достаточно активную, но

² В частности, Ростест сертифицирует безопасность оборудования для потребителей, ФАПСи и его преемник, Спецсвязь России, — средства шифрования данных.

³ Доступ к информации в электронном виде и обязательные требования к ее защите регулируются Федеральным законом № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и защите информации».

⁴ См., например: <http://www.rbcdaily.ru/2011/09/21/media/562949981532789> (дата обращения 4 сентября 2012 г.).

⁵ Открытый исходный код программы — код на языке программирования высокого уровня, читаемый человеком.

не всегда эффективную политику. К сожалению, известны примеры (о них — далее), показывающие, что диапазон результатов вмешательства государства не сводится к альтернативе «полезная — бесполезная». Иногда самые лучшие намерения оборачиваются лишь во вред рынку.

Для выявления возможных эффектов от запуска Национальной программной платформы проанализируем действенность государственной политики по отношению к ПО с открытым кодом (Open Source), которая реализуется по двум направлениям: закупки программных средств и внедрение обязательных либо рекомендательных стандартов. Рассмотрим специфику программного рынка; особенности, экономические закономерности производства и потребления программных средств Open Source и потенциал государства в сфере его внедрения.

Экономические и правовые особенности открытого программного обеспечения

Под Open Source понимается особый подход к лицензированию ПО, основанный на предоставлении конечному пользователю доступа к исходному программному коду и ряда свобод: отсутствие ограничений со стороны правообладателя на применение софта, его распространение, модификацию кода и тиражирование видоизмененных программных средств. При этом исключается дискриминация каких бы то ни было лиц, групп, предприятий или направлений деятельности⁶. Правила оформляются «общей публичной лицензией» (General Public License, GPL), именуемой также *copyleft*⁷. ПО на базе GPL или ее менее жестких вариантов (см. далее) называется *открытым*. Данная модель положена в основу ряда популярных программ — операционной системы Linux, Web-сервера Apache, пакета офисных приложений OpenOffice.org, системы управления базами данных MySQL и др. Она противопоставляется традиционной концепции лицензирования — *проприетарной*⁸, при которой пользователь получает лишь исполняемые файлы программы, но не исходный код. Последнее исключает свободу эксплуатации софтверной продукции, предусмотренную в случае GPL. Для большинства широко распространенных проприетарных программ уже существуют «открытые» аналоги.

GPL обладает некоторыми специфическими свойствами. Во-первых, она имеет «вирусную» природу — накладываемые ею условия репликации какого-либо продукта переносятся и на его «производные». Во-вторых, стоимость такой лицензии сильно ограничена, поскольку открытое ПО⁹ часто предоставляется бесплатно, либо плата взимается только за носитель, что компенсирует предельные затраты на тиражирование. Это роднит открытый софтвер (Open Source

Software) со свободным (Free Software), поэтому для обозначения обоих видов далее употребляется аббревиатура FOSS (Free and Open Source Software).

По мере коммерциализации открытого ПО сформировались так называемые гибридные модели лицензирования, предполагающие создание проприетарного софта на базе свободного. Пример — лицензия Массачусетского технологического института (Massachusetts Institute of Technology, MIT), допускающая использование лицензионных программ в открытых и проприетарных разработках. Чаще всего они платные, хотя за счет технической поддержки и других дополнительных сервисов обычные лицензии GPL также приобретают коммерческую составляющую.

На ранних стадиях развития открытого ПО его создателями были в основном энтузиасты программирования, но сегодня на этой базе сложилась самостоятельная бизнес-модель, которая применяется многими компаниями, предоставляя им следующие источники дохода:

- прибыль от реализации «корпоративной» версии программного продукта (при этом для физических лиц предусмотрен бесплатный открытый вариант);
- техническая поддержка программных средств;
- продажа отобранных и протестированных на совместимость программных пакетов, сочетающих операционную систему, утилиты и приложения проприетарного и открытого характера.

В то же время в большинстве сегментов рынка по-прежнему доминируют проприетарные программы: по состоянию на 1 июля 2011 г., среди операционных систем для настольных компьютеров и ноутбуков преобладала Windows (93%), операционных систем для мобильных устройств — iOS (55%), браузеров — Internet Explorer (56%)¹⁰ и т. д. Исключение составляют некоторые виды серверного ПО, в частности, Web-серверы, где лидирует открытый продукт Apache. Распространение «свободного» софта во многом тормозится простотой создания новых его вариантов путем модификации исходного кода, допускаемой GPL. В результате появляются аналоги программы, отличающиеся лишь в деталях, что усложняет ее стандартизацию и, в конечном счете, применение.

Может сложиться впечатление, что открытое ПО существует на периферии проприетарного. Но в действительности создатели софтвера уже не рассматривают проприетарную и свободную модели как взаимоисключающие, а напротив, в своем большинстве их сочетают [Lerner, Shankerman, 2010]. В частности, коммерческая структура может финансировать создание Open Source через специализированный фонд Linux Foundation¹¹. Иногда она

⁶ Режим доступа: <http://opensource.org/docs/osd> (дата обращения 1 сентября 2011 г.).

⁷ Намек на оппозицию традиционному лицензированию — *copyright* (англ.).

⁸ Термин происходит от английского слова «*proprietary*» и означает **исключительное право некоего юридического или физического лица на данный программный код**.

⁹ Здесь и далее термин «открытое ПО» будет использоваться как русский перевод понятия Open Source, но не Freeware.

¹⁰ Источник — данные сайта netmarketshare.com. **Альтернативные оценки (режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Usage_share_of_operating_systems (дата обращения 1 сентября 2011 г.))** принципиально картину не меняют.

¹¹ В деятельности фондов развития открытого ПО (Open Source Foundation, OSF) активно участвуют такие софтверные гиганты, как IBM, Hewlett-Packard, Sun, Intel, Microsoft и др.

привлекает к этой деятельности своих сотрудников, например, для повышения квалификации, изучения потенциала определенного проекта FOSS или улучшения имиджа фирмы; распространяет проприетарные программы, дополняющие функциональность открытых, и оказывает программную поддержку, отсутствующую у сообщества, поддерживающего открытое ПО [там же, с. 46–53].

Таким образом, открытый софт из абстрактной идеи превратился в значимый сегмент рынка. Процесс его производства активно коммерциализируется, и все больше фирм сочетают разработку проприетарных и открытых программных средств.

Особенности рынка программного обеспечения и распространение FOSS

Исследователи рынка ПО [Varian et al., 2005, и др.], неоднократно отмечали его фундаментальное несовершенство, связанное с сохранением информации. К одним и тем же сведениям может обращаться одновременно неограниченный круг лиц, что является ключевым атрибутом общественного блага. В результате рынок обретает соответствующие свойства. Так, полнота и общедоступность информации (в частности, ПО, представляющего собой информационный продукт) способствуют повышению социального благосостояния и продвижению к Парето-оптимальному распределению ресурсов. Вместе с тем в условиях свободного и бесплатного распространения информационных продуктов их разработчики лишаются стимулов к созданию новинок. Проблема традиционно разрешается защитой прав интеллектуальной собственности, предоставляющей исключительное право их производства. Именно такой механизм положен в основу тиражирования проприетарного софта.

Однако ввиду специфики процесса обмена информацией и распределения ПО его рынок не является классическим рынком общественного блага, сочетая существенные издержки переключения и заметные сетевые эффекты. Поскольку эти особенности имеют ключевое значение для понимания закономерностей функционирования программного рынка и его государственного регулирования, рассмотрим их подробнее.

Издержки переключения делятся на три основных класса [Shapiro, Varian, 1999]:

- физические ограничения по перемещению данных и метаданных¹² между различными программными платформами, включая затраты на перенос информации и поддержку необходимых типов оборудования;
- расходы на обучение пользователей;
- досрочная замена оборудования из-за ограниченной или полной несовместимости с новым ПО.

Издержки переключения препятствуют переходу потребителей на новый продукт, даже если последний производителю существующих.

Другой барьер — положительные внешние эффекты сети, называемые обычно *сетевыми эффектами*. Программное обеспечение потребляется не изолированно, а в сочетании с дополняющими активами: оборудованием, системными (поддерживающими его работу или деятельность разработчиков) и прикладными (непосредственно решающими задачи заказчиков) программами, инструментами коммуникации и т. д.

Взаимодействие и совместимость технических средств обеспечивается соответствующими стандартами. В совокупности они образуют *виртуальную сеть*. Характерный пример — операционная система Windows и сопутствующие прикладные программы (Microsoft Office и т. п.), объединяемые стандартами хранения информации, обмена данными и др. Для потребителя выгоднее принадлежать к большей сети, поскольку она:

- обеспечивает расширенные возможности коммуникации с другими пользователями благодаря унификации интерфейса, механизмов чтения, обработки и передачи информации. В частности, предоставление документа в формате Microsoft Office гарантирует, что любой адресат сможет открыть и прочесть его;
- привлекает большое количество поставщиков комплементарных инструментов — оборудования, системного и прикладного ПО, учебных курсов и т. д., которые вследствие конкуренции между провайдерами становятся разнообразнее и дешевле [Shapiro, Varian, 1999].

В свою очередь, операционная система Linux, пакет программ OpenOffice.org и иные продукты FOSS образуют собственные виртуальные сети, лишь частично совместимые с Microsoft Office. Их масштаб пока несопоставим с охватом сети Windows, поэтому по сетевым эффектам они не могут соревноваться с ней и ее многочисленными развитыми взаимодополняющими активами и сервисами.

Разделить сетевые эффекты и издержки переключения не всегда возможно. Последние, в частности, связаны с потерей доступа к компонентам виртуальной сети. При ее смене потребуется приобрести новое оборудование, сопутствующие программы, пройти специальное обучение. В силу этого затраты переключения, наряду с сетевыми эффектами, выступают виртуальной границей сети, удерживая ее участников от перехода на альтернативные стандарты¹³, например FOSS. Следствием такой блокировки становятся высокие барьеры входа на рынок проприетарного софта: новый разработчик должен обеспечить полное соответствие своей продукции существующим стандартам хранения данных, взаимодействия с пользователями, обмена информацией с другими программами и т. д. К сожалению, FOSS лишь частично совместимо с проприетарными стандартами из-за закрытости последних и произвольности вносимых в них изменений. Например, в 2007 г. компания Microsoft существенно

¹² Метаданные — информация, описывающая данные, их расположение (топология компьютерной сети), структуру (структура базы данных), формат (текст или электронная таблица) и содержание (аннотация).

¹³ Эффект блокировки (lock-in) наблюдается не только в производстве ПО, но и в большинстве других подотраслей ИКТ, однако их анализ выходит за рамки данной статьи.

преобразовала интерфейс и формат хранения данных в приложениях пакета Microsoft Office. В результате проприетарное и открытое ПО создают конкурирующие между собой виртуальные сети. При этом, располагая обширной базой заблокированных пользователей, авторы проприетарных программ получают весомое преимущество¹⁴.

Указанные особенности софтверной экономики имеют большое значение для развития FOSS. Многие видят в нем средство разрешения фундаментального противоречия между доступностью ПО для покупателей и мотивацией провайдеров к разработке новых продуктов либо развитию существующих¹⁵.

Лицензии на открытые программные средства часто бесплатны, с другой стороны — рост их производства, в том числе традиционными разработчиками, свидетельствует о наличии стимулов к данной деятельности. Опрос, проведенный в 15 странах, продемонстрировал, что в настоящее время почти 40% изготовителей выпускают в тех или иных объемах открытое ПО. У мелких фирм эта доля составляет 38%, у средних — 40.7%, а у крупных — 52% [Lerner, Shankerman, 2010, с. 67].

Продвижение FOSS усложняется тем, что ему обычно приходится осваивать рынки, где «укоренились» проприетарные программы, преодолевая вышеописанные барьеры входа и сетевые эффекты. Поскольку величина последних зависит от размера сети, FOSS может неограниченно долго оставаться в периферийных нишах до накопления критической массы потребителей. Даже если отдельный пользователь осознает удобства открытого софта, выход из крупной сети с потерей соответствующих преимуществ может оказаться для него непозволительно дорогим. К тому же переход на новое ПО предполагает замену ряда (иногда обширного) комплементарных ресурсов, без которых инновации в сфере ИКТ попросту невозможны.

Выбор программного обеспечения и процесс соизобретения

Взгляд на инновации в области ИКТ как на создание системы взаимодополняющих активов был предложен П. Милгромом и Дж. Робертсом [Milgrom, Roberts, 1990]. Авторы отметили изменения, произведенные этими технологиями в обрабатывающей промышленности США:

- замену специализированного оборудования для массового производства адаптивными программируемыми устройствами, способными выполнять различные задачи;
- переход от поточного производства ограниченного ассортимента продукции к выпуску

широкой номенклатуры товаров небольшими партиями;

- интенсификацию командной работы (коллективы могут пересекать границы подразделений организации);
- гибкую организацию рабочих мест и должностных обязанностей;
- введение оплаты труда по показателям производительности и приобретенных компетенций.

Можно заключить, что ИКТ стимулируют переход предприятий-реципиентов от индустриального поточного производства к постиндустриальному («новой индустриализации»), где «...основные экономические проблемы будут связаны с разработкой и созданием новых нестандартных изделий, удовлетворяющих индивидуальные потребности человека или уникального производства» [Макаров, Клейнер, 2007, с. 37]. Их влияние на производственный процесс ставит вопрос о расширенном понимании виртуальной сети, охватывающей, помимо определенной системы ИКТ-продуктов, бизнес-процессы, знания и умения пользователей. Меняется подход к созданию таких сетей: они не могут строиться инкрементально, фрагментарными усилиями. Необходимый результат обеспечат лишь комплементарные взаимоотношения, совместные действия заинтересованных сторон по внедрению новых технологий, организационных практик и формированию компетенций. Данный тезис подтверждается эмпирическими работами, демонстрирующими наличие и значимость подобных связей [Bresnahan et al., 2002; Brynjolfsson et al., 2002].

О положительном воздействии инноваций на потребителей свидетельствует и российский опыт. Так, в ходе опроса, проведенного ИСИЭЗ НИУ ВШЭ в 2011 г. среди 138 фирм, пользующихся услугами ИКТ, 63% респондентов отметили, что их потребление существенно повышает инновационную активность, причем во всех ее видах. Опрошенные, отметившие положительное влияние, оценивали его силу по трехбалльной шкале, от 1 (небольшое) до 3 (радикальное). Среднее значение составило 2.5. На первой позиции оказались инновации коммуникационного характера (2.6), вторую поделили технологические и продуктовые (по 2.4), далее шли организационные (2.2) и, наконец, маркетинговые (1.9). То есть вклад ИКТ-услуг в стимулирование инноваций подтверждает вывод о взаимной дополняемости изменений, происходящих у заказчиков.

Идея комплементарности инноваций поддержана концепцией *соизобретения*¹⁶, сформулированной и эмпирически проверенной Т. Бреснааном и его коллегами [Bresnahan et al., 1996]. Под

¹⁴ Одним из вариантов решения проблемы совместимости стандартов (и, соответственно, блокировки пользователей) становится более широкое распространение так называемых *открытых стандартов*. Они разрабатываются сообществами производителей, не являясь собственностью какой-либо фирмы, могут на равных правах использоваться разработчиками проприетарного и открытого софта, что значительно снижает издержки переклечения между соответствующими сетями. Наиболее известной и распространенной сегодня открытой системой является семейство стандартов Интернета, создаваемых и развиваемых консорциумом W3C (World Wide Web Consortium), который объединяет 384 членов (режим доступа: <http://www.w3.org/Consortium/Member/List>, дата обращения 20 октября 2012 г.). В их числе — крупнейшие ИКТ-фирмы (IBM, Microsoft, Google, SAP, Oracle, Cisco и др.), университеты, государственные органы и агентства. Стандарты принимаются на основе консенсуса (режим доступа: <http://www.w3.org/Consortium/facts#process>, дата обращения 20 октября 2012 г.). Они широко поддерживаются обеими категориями программного обеспечения. Аналогично развивается семейство открытых стандартов XML, обеспечивающее единое представление электронных документов. Так, электронные тексты и таблицы MS Office поддерживают стандарт XML, разработанный Microsoft.

¹⁵ См., например: Open-Source Software: Now it's Novell // Economist (June 11, 2003). Режим доступа: http://www.economist.com/node/2199007?story_id=2199007 (дата обращения 1 сентября 2011 г.).

¹⁶ В других источниках этот процесс называется также сопроизводством (совместным производством).

соизобретением авторы понимают нахождение новых применений технологии производителем совместно с организацией-пользователем, включая необходимые трансформации в структуре и бизнес-процессах последней [Bresnahan, 2002]. Этот процесс имеет двойственную природу. С одной стороны, фирма-заказчик создает уникальный набор компьютерных активов и преобразует организационный и человеческий капитал в целях повышения результативности. С другой, запросы покупателя во многом формируют характеристики продукции. Итогами совместных усилий поставщика и потребителя становятся солидный набор взаимодополняющих активов и активизация сетевых эффектов. Если программу необходимо адаптировать под пользователя, его влияние на разработчика неизбежно. Соизобретение может осуществляться в ходе прямого взаимодействия двух сторон либо с помощью внешних консультантов, участие которых не отменяет активную роль клиента.

Исследование ИСИЭЗ НИУ ВШЭ продемонстрировало значимость соизобретательства потребителей при оказании ИКТ-услуг. Указанная активность измерялась по 10-балльной шкале, от 1 (грамотная постановка задачи и полное самоустранение до приемки работы) до 10 (полное вовлечение, совместная реализация проекта). По результатам опросов, в 2007 г. среднее балльное значение показателя составляло 6.4, а к 2010 г. оно достигло 7.2. Выявлено, что формируемые в процессе соизобретения комплементарные связи достаточно уникальны и устанавливаются между конкретными информационными системами, организационными практиками и соответствующими компетенциями [Brynjolfsson et al., 1997]. Что неудивительно: характер отношений определяется особыми свойствами кастомизированного ПО, такими как набор метаданных и способы управления ими, язык программирования, технологии разработки и т. д.

Наиболее специфичны взаимодополняющие инструменты, создаваемые под конкретного клиента. Так, один из авторов настоящей статьи реализовал консалтинговый проект в крупной нефтяной компании. Стояла задача выявить препятствия к внедрению модуля контроллинга бизнес-процессов ERP-системы SAP R/3 и подготовить предложения по их устранению. Были обнаружены следующие взаимозависимости:

- Предприятие одним из первых в России внедрило SAP R/3. В то время стандартная функциональность системы слабо учитывала национальную специфику, поэтому программирование велось преимущественно на встроенном языке АВАР/4.
- Подобная практика позволила в полном объеме реализовать особенности внутренних бизнес-процессов, не согласовывавшиеся с типовой моделью, к которой привязан стандартный функционал R/3¹⁷.

- Хотя R/3 была внедрена более 15 лет назад, штатные ИКТ-специалисты до сих пор привержены разработкам на языке АВАР/4 в противовес стандартной функциональности SAP.
- Наконец, возможность оперативно создать разработку на АВАР/4 силами собственных сотрудников позволяет быстро и в широких пределах адаптировать систему к изменениям законодательства и другим запросам пользователей. В случае ориентации на стандартные функции, по крайней мере, часть подобных преобразований была бы невозможна¹⁸.

В указанных условиях деятельность фирмы оказывается зависимой от навыков программистов на языке АВАР/4, из-за чего переключение на иную систему становится дорогостоящим.

Проблемы взаимной дополняемости, пусть и в меньшем масштабе, характерны и для решений, ориентированных на широкий круг потребителей, например, стандартных офисных приложений. В частности, электронная таблица Calc пакета OpenOffice.org предусматривает иной, чем в системе Excel, порядок форматирования ячеек, создания формул, использования сводных таблиц и др. [OpenOffice.org, 2004a]. Встроенный язык программирования StarBasic имеет собственную объектную модель, отличную от VBA, применяемого в Excel, вследствие чего код VBA не поддерживается Calc и должен переписываться [OpenOffice.org, 2004b]. Это создает проблемы, если бизнес-процесс зависит от задач, решаемых при помощи подобных макросов. Дороговизна итоговых затрат на требуемые изменения делает переход на Calc нецелесообразным. В данном случае специфичность создаваемых в ходе соизобретения основных и комплементарных активов обеспечивает максимальную адаптацию к потребностям заказчика, но вместе с тем порождает издержки переключения и сетевые эффекты, связанные с «врастанием» организации и отдельных пользователей в определенную виртуальную сеть.

Эти и другие примеры показывают, что масштабные расходы, связанные с переходом на альтернативное ПО, обусловлены высоким уровнем кастомизации ИКТ-проектов вследствие необходимости приспособить программное обеспечение к интересам клиентов. Согласно нашему исследованию, последние заказывают лишь 60% стандартных услуг, а в 40% случаев им требуются услуги индивидуализированного характера. Естественно, кастомизированная услуга носит штучный характер, поскольку оптимизирована под бизнес-процессы конкретного заказчика.

Верно и обратное — организация сама приспосабливается к новым технологиям, мотивируя своих сотрудников к формированию компетенций, соответствующих внедренной программе, и способствуя «разрастанию» собственной виртуальной сети. Взаимосвязи между организационными процессами

¹⁷ Сегодня это делается во многом по соображениям издержек внедрения. Между тем, в описанном случае компания SAP брала на себя значительную часть затрат на адаптацию и дополнительное программирование.

¹⁸ Эффекты изменения функциональности системы могут быть как положительными, так и отрицательными, но в любом случае ведут к совершенно новому пути развития.

и спецификой ПО ведут к значительным скрытым затратам, сопряженным с переключением на альтернативный продукт.

Некоторые особенности открытых программ усугубляют проблему. Часто упоминается сложность их интерфейса в сравнении с проприетарными аналогами [Nichols, Twidale, 2003], что требует от пользователя специфических технических навыков, а также знания устройства и принципов функционирования компьютеров, операционных систем, приложений, стандартов и т. д. Тем самым ограничивается круг потребителей, способных эффективно работать с данным ПО; возрастают затраты на обучение и техническую поддержку. Последняя, в свою очередь, предполагает наличие компетенций, отличных от тех, которые нужны для поддержки проприетарного ПО. Указанные нюансы проявились при сравнении MS Office и аналогичного по назначению пакета Open Office. Они ведут к дополнительным тратам средств на эксплуатацию открытого софта и требуют специфического человеческого капитала: сотрудник, высококомпетентный в своей профессиональной сфере, может не обладать достаточной компьютерной квалификацией для работы с такими программами.

Следовательно, система взаимосвязанных активов, построенных вокруг определенного ПО, весьма чувствительна к его замене аналогом. Сказанное в полной мере относится и к миграции с проприетарных продуктов на открытые. Это не исключает возможности подобного трансфера, но в каждом конкретном случае следует учитывать как все потенциальные и теряемые выгоды, так и возникающие расходы. К сожалению, массовый принудительный переход на открытое ПО de facto не предусматривает такого анализа.

Государственная поддержка: защита, не навреди

Сочетание рыночной перспективности FOSS и препятствий к его распространению, порожденных спецификой программного рынка, вызывает к жизни различные предложения о государственном стимулировании продвижения открытых программных средств. В ряде развитых стран на протяжении 2000-х гг. на них были переведены крупные государственные учреждения¹⁹. Но далеко не каждая подобная инициатива доводится до конца, особенно если она ставит задачу тотального перехода на FOSS.

Например, в 2003 г. в Мюнхене был широко анонсирован проект трансфера всех муниципальных рабочих мест (14 000) на Open Source²⁰. С точки зрения городской администрации, стоимость лицензий Microsoft была завышена, так что адаптация бесплатного открытого ПО казалась привлекательной альтернативой. Процесс планировалось завершить еще в 2006 г., однако даже по прошествии пяти лет

после обозначенного срока на новой операционной системе LiMux (созданной на базе Linux) функционировало менее половины рабочих станций (6 500 из 14 000)²¹. Изначально на инициативу выделялось 35 млн евро, но в конце 2008 г. эта сумма возросла более чем на треть²².

В настоящее время многие правительства и организации рассматривают продвижение открытого софта как важный инструмент политики в сфере ИКТ. Тем не менее крупные проекты, предусматривающие полную миграцию на открытое ПО, не всегда реализуются в полной мере. Как правило, оно внедряется лишь частично (например, браузер Mozilla Firefox, серверное ПО, офисный пакет OpenOffice.org), а другие программные компоненты, прежде всего операционная система, остаются проприетарными.

Неоднозначность теоретических выводов о перспективности FOSS и эмпирических данных о его успешности порождает две противоположные точки зрения на политику государства:

- Открытое ПО нуждается в прямой поддержке, поскольку имеет значительный потенциал для развития экономики, и сектора ИКТ в частности, но при доминировании на рынке проприетарной продукции эти возможности сдерживаются блокировкой со стороны пользователей и сетевыми эффектами.
- Открытый софт успешно распространяется без всякого стимулирования со стороны государства. Проанализируем каждую из этих позиций.

Прямые преференции FOSS

В основе представлений о необходимости государственных преференций для FOSS лежит следующее рассуждение. Во-первых, считается, что в силу принятой модели лицензирования оно предоставляет ряд преимуществ [Wong, 2004]:

- развитие местного производства программного обеспечения: из-за высоких барьеров входа на рынок проприетарного софтвера его разработка доступна преимущественно крупным, глобальным фирмам, тогда как открытое ПО может создаваться на «местах» с существенно меньшими издержками;
- сокращение импорта и сохранение иностранной валюты в стране (следует из предыдущего);
- повышение национальной безопасности: допускается, что импортное проприетарное ПО может содержать инструкции, позволяющие вывести его из строя по команде извне, переданной, например, через Интернет; в Open Source это исключено благодаря возможности полного анализа исходного кода;
- снижение нарушений авторского права (и расходов на борьбу с ними) по причине нулевой или низкой цены лицензий FOSS;

¹⁹ В частности, на открытое ПО успешно перешли Национальная жандармерия Франции (Gendarmerie nationale) (режим доступа: <http://arstechnica.com/open-source/news/2009/03/french-police-saves-millions-of-euros-by-adopting-ubuntu.ars> (дата обращения 5 сентября 2012 г.)), Чешская почта (Česká pošta) (режим доступа: <http://www.zdnet.co.uk/news/application-development/2005/01/31/linux-is-mission-critical-for-czechs-39186055/> (дата обращения 5 сентября 2012 г.)) и др.

²⁰ Режим доступа: <http://www.osor.eu/studies/limux-2013-the-it-evolution> (дата обращения 18 октября 2012 г.).

²¹ Режим доступа: <http://en.wikipedia.org/wiki/Limux> (дата обращения 22 октября 2012 г.).

²² Впрочем, уже в 2008 г. все 14 000 рабочих станций использовали открытое ПО Mozilla Firefox, Mozilla Thunderbird и OpenOffice.org, то есть проект имел по крайней мере частичный успех.

- поощрение локализации программного обеспечения (простота модификации FOSS);
- развитие конкуренции: FOSS выступает как оппонент проприетарному ПО, причем барьеры для входа на рынок первого гораздо ниже;
- усиление информационной безопасности посредством проверки программистскими и «харкерскими» кругами исходного кода на уязвимость для злоумышленников;
- достижение независимости от разработчиков проприетарного софта и сопутствующих активов (возможность миграции на FOSS);
- расширение доступа к информации (т. е. охвата пользователей благодаря нулевой или низкой стоимости лицензий), способствующее росту общественного благосостояния.

В то же время сетевые эффекты в связи с отсутствием провайдеров комплементарных продуктов делают переключение на FOSS невыгодным для большинства клиентов, взятых по отдельности. Однако их одновременный переход (например, государственных служащих) может создать «критическую массу» для возникновения конкурентной виртуальной сети, способной привлечь поставщиков дополняющих ресурсов — системного и прикладного ПО, оборудования и т. д. Хотя издержки данного процесса сохраняются, относительно большой размер возникающей сети позволяет рассчитывать на их разовый и конечный характер.

Опираясь на приведенные рассуждения, сторонники активной поддержки открытого и/или свободного ПО предлагают меры по созданию льготных условий для его разработки и распространения:

- обязательное использование FOSS государственными учреждениями, по крайней мере, при осуществлении всех новых закупок либо определенной их доли²³;
- обязательное соответствие закупаемого ПО открытым стандартам (в совокупности с предыдущей мерой составляет 6.3% одобренных на правительственном уровне инициатив в данной области в 2009 г. [Lewis, 2010]);
- предпочтительное либо рекомендательное использование открытого и/или свободного софта в госсекторе (в общей сложности 50% подобных проектов, санкционированных властями в 2009 г. [Lewis, 2010]);
- налоговые и другие субсидии производителям FOSS [Wong, 2004].

Наряду с аргументами в пользу активной государственной поддержки открытого ПО имеются и встречные точки зрения. Их адепты полагают целесообразным критически рассмотреть его «выгоды», акцентируемые сторонниками предпочтений данному классу программ.

- В глобальном контексте сокращение импорта редко играет существенную роль, тем более что ПО составляет незначительную долю в общем объеме ввозимых товаров.
- Национальная безопасность требует полного контроля над ПО, который можно обеспечить только для открытого софтвера или продуктов, разработанных на его основе. Но эта проблема касается сравнительно узкого класса программных систем, используемых армией, полицией, службами безопасности и т. д.
- Снижение нарушений авторского права может обеспечить только крупномасштабный переход на FOSS в большинстве областей, не наблюдавшийся пока ни в одной стране. Сегодня не является проблемой локализация ПО, включая язык, единицы измерения, местное законодательство (для делового софта) и т. п. Поскольку отсутствие локализации резко ограничивает сбыт, она применяется повсеместно как для проприетарных, так и для открытых программ.
- Несомненной выгодой FOSS является развитие конкуренции и снижение зависимости от иностранных производителей, что наиболее заметно, когда на рынке остаются поставщики обоих видов ПО²⁴. Безопасность до недавнего времени рассматривалась как важное преимущество Linux и других продуктов FOSS, но по мере популяризации последних стремительно стали распространяться и вредоносные программы для них²⁵. Таким образом, выгоды FOSS не столь существенны, как декларировалось в работе [Wong, 2004], а многие из них проявляются лишь при совместном применении с проприетарным ПО.
- Наконец, рассмотрим, в какой степени открытое ПО способствует расширению доступа к информации. Основным доводом в его пользу выступает снижение совокупной стоимости владения (total cost of ownership) за счет бесплатной лицензии и низкой зарплаты поддерживающих его национальных специалистов (в сравнении с уровнем оплаты труда персонала, занятого разработкой и поддержанием проприетарного ПО в развитых странах). Однако, как показал детальный анализ, проприетарный и открытый софт имеют разную структуру [Lerner, Shankerman, 2010]. Стоимость лицензий относительно выше для проприетарного (37.3% стоимости владения против 27.6% у открытого), хотя и в этом случае такие затраты являются крупнейшей статьёй подобных издержек. Наряду с этим, расходы на обучение, поддержку и взаимодействие с другими программами значительно выше для открытого ПО (16.7% против 13.9%, 22% против 19.8%, и 18.6% против 13.8% соответственно). В результате соотношение стоимости владения оказывается

²³ Обязательный характер использования FOSS означает запрет на использование любого другого программного обеспечения; предпочтительный — обязанность предпочесть открытый софт «при прочих равных условиях»; рекомендательный — желательность, но не обязательность предпочтения FOSS.

²⁴ Так, компания Microsoft в 2012 г. поставляла российским школам комплекты ПО MS Windows + MS Office по цене 8 долл. за рабочее место (режим доступа: <http://www.rbcdaily.ru/2011/10/25/media/562949981824524> (дата обращения 3 сентября 2012 г.)).

²⁵ См., например: Linux Malware on the Rise // InternetNews.com (April 27, 2006). Режим доступа: <http://www.internetnews.com/dev-news/article.php/3601946/Linux+Malware+On+The+Rise.htm> (дата обращения 1 февраля 2013 г.).

неодинаковым для разных групп пользователей: чем выше их компьютерная квалификация, тем выгоднее оказывается эксплуатация открытых программ в сравнении с проприетарными и наоборот [Lerner, Shankerman, 2010, с. 145]. Следовательно, данный довод также не однозначен. В итоге «открытые» лицензии из-за издержек переключения оказываются отнюдь не бесплатными.

Имеется и другой контраргумент. Создание комплементарных активов не только привязано к определенному ПО, но и требует немало времени на разработку и внедрение сопутствующих инноваций фирмой-клиентом [David, 1990; Brynjolfsson, Hitt, 2003, и др.]. Пока не реализуются все инновации, эффект прямой поддержки окажется не полным. Из-за этого лага возникает вероятность отказа властей от предпринятых шагов в будущем, если у них сложится впечатление, что цель не достигнута, хотя разработка дополняющих инструментов к этому моменту может завершиться целиком или частично.

Сказанное свидетельствует, что субсидирование определенных видов ПО потенциально усиливает неопределенность расходов, связанных с их внедрением, и, как следствие, всего бизнес-процесса получателя такой поддержки. Появляются риски того, что преференции будут восприниматься как «лимон» [Akerlof, 1970]. В итоге запрос на них окажется ниже ожидаемого и самыми активными претендентами будут компании, наименее способные к их рациональному использованию. Поэтому мотивирующее влияние льгот, как минимум, неочевидно²⁶. Проблемы лага и рисков возникают и при любой другой форме прямого государственного стимулирования FOSS, но остается реальной угрозой того, что они ухудшат аллокацию ресурсов и замедлят рост сектора, вместо того, чтобы его активизировать.

Нейтральная государственная политика

Наряду с предложениями субсидий, ряд авторов отстаивают необходимость нейтральной государственной политики по отношению к выбору пользователей между FOSS и проприетарным ПО. Это не означает уход государства с программного рынка, а лишь отсутствие прямого либо косвенного принуждения потребителей к выбору определенной модели — открытой или проприетарной. Тезисы в пользу такого подхода, в частности, приводятся в статье [Schmidt, Schnitzer, 2003]. Они условно делятся на две группы. К первой из них относятся стандартные доводы современной экономической науки:

- Любое прямое или косвенное принуждение снижает зависимость производителя от покупателя, т. е. кастомизированный софт вытесняется стандартным.
- Субсидирование производства программного обеспечения (например, налоговое)

провоцирует рентное поведение со стороны изготовителя.

Остальные аргументы специфичны для ИКТ-сектора:

- Сетевые эффекты на программном рынке создают тесные положительные связи между охватом пользователей сети и ее ценностью для существующих и потенциальных клиентов. В этих условиях даже незначительное преимущество, полученное, например, благодаря субсидиям, может стать отправной точкой «цикла победителя»: первоначальный успех продукта расширяет круг его сторонников, что повышает привлекательность последнего и ведет к дальнейшему увеличению числа потребителей. В результате подобных мер может определиться рыночный лидер.
- При наличии мощных сетевых эффектов любые меры государства, будь то прямые или косвенные, стимулируют переток ресурсов и поставщиков от проприетарного к открытому ПО как более выгодному рынку. Возможны два исхода: либо побеждает Open Source и его разработчики утрачивают мотивацию к дальнейшему развитию, либо на рынке формируются две конкурирующие сети с несовместимыми стандартами. В последнем случае возникает дуополия с соответствующими ограничениями конкуренции и барьерами входа, а наличие двух равносильных сетей частично снижает преимущество сетевого эффекта.
- Относительно слабые сетевые эффекты также лимитируют конкуренцию, но по другим причинам. Предположительно, потребители делятся на три группы: заблокированные приверженцы проприетарного либо открытого ПО, а также клиенты, чья структура затрат обеспечивает им относительно свободный выбор между двумя этими видами софта. Меры государства ориентируют последних на открытые программы, производители проприетарного ПО теряют стимулы к расширению рынка и эксплуатируют базу заблокированных пользователей. В свою очередь, разработчики Open Source не могут расширить свой рынок за счет сторонников проприетарного ПО, а прочие — притягиваются с помощью государственных механизмов, а не за счет качества и стоимости продукта. В результате снижается конкуренция и растут цены.

К этим аргументам также следует относиться критически, поскольку некоторые из них сегодня устарели:

- «открытые» лицензии не обязательно имеют вирусную природу благодаря появлению гибридных решений, допускающих лицензирование кода совместно и с проприетарным, и с открытым ПО;
- барьеры между открытым и проприетарным ПО снизились и допускают гармоничное

²⁶ Хотя в России целевые субсидии и налоговые кредиты по определенным категориям ПО пока не предоставляются (существующие льготы распространяются на производителей любых видов софта), политический фактор сыграл серьезную роль. Смена руководства страны в 2012 г. фактически «заморозила» реализацию вышеупомянутого распоряжения Правительства РФ № 2299-р. В результате из 14 мероприятий, запланированных на 2011 – II квартал 2012 г., лишь по одному имеется информация о выполнении [РАСПО, 2012]. Возникают и курьезные ситуации: в подготовленном перечне «открытых стандартов» таковых в действительности не обнаружено [там же].

«перемешивание» кода. Рубежи между платформами оказываются размытыми, а вероятность образования двух четко разграниченных сетей снижается.

С учетом перечисленных доводов принуждение клиентов к выбору FOSS может оказать дестимулирующее воздействие не только на этот сегмент, но и на весь рынок ПО в целом.

Заметим, что ни один из подходов к государственному регулированию FOSS не является бесспорным. Как прямые, так и косвенные меры могут содействовать либо препятствовать развитию сектора. Но негативные последствия может иметь и полный отказ государства от регулирования выбора за или против FOSS, так как барьеры для открытого софта могут отсечь тех пользователей, для которых он объективно выгоднее коммерческого. В этом случае возникает отклонение от оптимального по Парето размещения ресурсов и потеря части общественного благосостояния. Следовательно, обе крайних модели государственной политики в отношении рынка FOSS — активная поддержка и пассивная позиция «рефери над схваткой» — чреваты неожиданными отрицательными последствиями.

Инфраструктура для протекционизма или инфраструктура для соизобретения?

До сих пор мы не затрагивали ключевой аргумент защитников активных предпочтений — развитие национального программного производства. По сути, он протекционистский: как и в случае многих других товаров и услуг, предлагается поощрять местных производителей за счет ограничения потребительского выбора. Высказанные ранее аргументы «за» либо «против» данного подхода, фактически, находятся в русле протекционистской логики: развитию высоких технологий, снижению импорта и созданию новых рабочих мест противопоставляются рентное поведение поставщика и отрыв от интересов покупателя.

Предлагаемые нами концепции виртуальных сетей и соизобретения позволяют взглянуть на проблему в ином ракурсе. Из них следует, что наивысшая эффективность работы с ИКТ достигается за счет совместных усилий разработчиков и клиентов по их разработке и применению. Эффект подобной синергии оказывается более масштабным, нежели сумма изолированных усилий каждой из сторон. Симбиоз их развития становится глубоко иррациональной задачей с точки зрения общественного благосостояния, угрожающей разрушить сам объект протекционистской защиты. На наш взгляд, именно в этом отличие ИКТ от большинства других секторов, что непосредственно и наглядно проявляется в производстве софта. Система комплементарных активов формируется не вокруг абстрактного ПО вообще, а конкретного специфического продукта. Именно поэтому принудительное внедрение государством определенного ПО разрушает его и ведет к потере — в терминах и издержек переключения, и элиминирования положительных сетевых эффектов. К тому же, убытки будут тем серьезнее, чем дальше предприятие или государственная

организация зашли по пути соизобретения, чем более сложную и разветвленную систему дополняющих друг друга ресурсов удалось создать. Тем самым обеспечиваются мощные антистимулы для совместной деятельности в будущем.

Процесс соизобретения и генерируемая им синергия прямо влияют не только на эффективность использования ИКТ, но и на прогресс сектора в целом. Накапливая опыт соизобретательства, пользователи повышают собственный инновационный уровень, предъявляют спрос на более продвинутое услуги по созданию программного обеспечения и комплементарных активов. Итогом этого выступают рост объема рынка, повышение разнообразия и качества продукции. Процесс повторяется и становится самоподдерживающимся [Дорошенко, 2011], но ограничение потребительского выбора препятствует его развитию.

Не следует забывать и о соотношении между выигрышем от развития индустрии ПО и его широким применением в экономике. По современным расчетам, в США ИКТ обеспечивали свыше половины прироста производительности в 1995–2000 гг. и более трети — в 2000–2006 гг. [Brynjolfsson, Saunders, 2010], что заведомо превышает любые мыслимые оценки вклада сектора как такового.

Приведенные рассуждения являются дополнительными аргументами против прямых предпочтений для FOSS, подчеркивая привлекательность косвенных. Защита отечественных производителей за счет ущемления свободы клиентского выбора искусственно стимулирует развитие данной категории ПО, подавляя естественные мотиваторы, обусловленные спецификой рынка программных средств. В отличие от прямых, косвенные механизмы позволяют расширить покупательский выбор. Теоретические обоснования этому тезису можно найти, например, в работе [Comino, Manenti, 2005], где рассматривается информационный аспект конкуренции проприетарного и открытого софта. По критерию доступа к информации пользователи поделены на две группы: осведомленные о существовании программ FOSS и их характеристиках либо неосведомленные. Конкуренция между двумя видами ПО проявляется только в первом сегменте покупателей, а наиболее благоприятной для рынка деятельностью государства становится информирование о наличии и возможностях FOSS. При этом растет круг осведомленных потребителей за счет снижения издержек переключения, связанных с получением сведений о доступных видах ПО. Подобная мера — удачный образец косвенной поддержки FOSS, способствующий повышению спроса и расширению выбора заказчиков.

Эмпирическое обоснование указанного подхода представлено в работе [Lerner, Shankerman, 2010], посвященной сравнительному исследованию проблем FOSS в 15 странах. Приведем некоторые его выводы в пользу целесообразности косвенных мер поддержки рынка FOSS:

- Сложился единый софтверный рынок, где проприетарное ПО и FOSS выпускаются одними и теми же производителями, а потребители

нередко оперируют обоими классами программ²⁷, имея возможность выбирать любой из них для решения конкретной задачи. Государственные меры, принуждающие к предпочтению ПО того или иного класса, искажают выбор покупателя и снижают эффективность использования программных средств.

- Разработчики и клиенты в равной степени предпочитают свободное обращение к проприетарному либо открытому ПО, что подтверждается опросами.
- Респонденты полагают, что государству как регулятору следует продвигать открытые стандарты, обеспечивающие результативное взаимодействие проприетарных продуктов и FOSS.
- При выборе ПО фирмой важным критерием принятия решений выступает совокупная стоимость владения. Для разных пользователей по отношению к открытому и проприетарному пакетам она оказывается неодинаковой: технически более подготовленным выгоднее задействовать первый, а остальным — второй. В свою очередь, государственные преференции для FOSS носят недифференцированный характер.
- Действующее законодательство в области государственных закупок (российский № 94-ФЗ и его аналоги в ряде развитых стран) не позволяет создавать преференции для FOSS. Требование измеримости критериев *de facto* отдает предпочтение исходной стоимости, которую легче оценить, но при выборе программного обеспечения более значимым фактором оказывается совокупная стоимость владения. Однако ее выбор в качестве ключевого критерия требует дополнительной законодательной работы, в том числе разработки формальной методики расчета этого показателя, единой для всех государственных органов и в то же время достаточно простой для применения специалистом средней квалификации. Примеры таких методик в настоящее время неизвестны, а без них выбор в пользу FOSS может оказаться неоптимальным.

Имеются эмпирические свидетельства того, что сами отечественные производители ИКТ-услуг не считают целесообразным прямое регулирование со стороны государства: согласно опросу ИСИЭЗ НИУ ВШЭ 2011 г., за необходимость такого вмешательства в любом формате высказались всего 6.7% респондентов, что совпадает с выводами Дж. Лернера и М. Шенкермана [*Lerner, Shankerman, 2010*]. Большинство производителей убеждены, что поддержка должна быть опосредованной: развитие инфраструктуры, в том числе информационной; подготовка кадров для отрасли; совершенствование нормативно-правовой базы и институтов. Ожидается, что отдача от косвенных инструментов окажется большей, нежели от прямых госзакупок и субсидирования.

Наиболее благоприятной для рынка мерой государственной политики становится информационная поддержка открытого ПО, которое обладает

специфическими свойствами, благоприятными для определенных организационных практик, в частности для деятельности органов власти [OSOR.EU, 2009, и др.]. Тем самым потенциально расширяется выбор заказчика, но лишь при условии его осведомленности о свойствах FOSS и возможности оценить их релевантность уже имеющимся комплементарным активам. В случае несоответствия процесс соизобретения рискует стать неэффективным, что часто и происходит на практике (например, только 40% поставщиков ИКТ-услуг, участвовавших в опросе ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, отметили максимальную вовлеченность клиента в сопроизводство и его высокую эффективность). Именно это определяет критическую роль информации о FOSS, и ее распространение становится важной задачей государства.

Перспективной косвенной мерой видятся внедрение открытых стандартов ПО и обеспечение на этой базе обмена данными между приложениями. Разрабатываемые независимыми консорциумами, они сегодня одобряются большинством производителей. Внедрение открытых стандартов, пускай и принудительное, почти не ограничивает пользователей в выборе программных продуктов. В то же время последовательная приверженность им ведет к снижению расходов, связанных с переключением между различными приложениями и организацией их совместной работы, что также расширяет свободу покупателя.

Заключение

Наше исследование показало, что при формировании политики в области ПО нецелесообразно рассматривать его развитие в отрыве от сопутствующих активов, поскольку лишь в такой связке достигается экономический эффект от распространения ИКТ и иных новых технологий.

Ключевым условием рационального использования ИКТ в экономике и прогресса всей отрасли является комплементарность ресурсов, развиваемых в ходе соизобретения ПО. Таким образом, протекционизм, подразумевающий стимулирование разработчика за счет ограниченного покупательского выбора, оказывается принципиально неадекватным специфике сектора, а принудительный переход на новое ПО ведет к значительным потерям с точки зрения затрат переключения и упущенных выгод от сетевых эффектов. Это дает основание рассматривать альтернативы политики как ограничение либо расширение потребительского выбора: в данном случае одно исключает другое.

Напротив, косвенные меры, прежде всего информирование пользователей и поддержка распространения открытых стандартов, скорее увеличивают свободу заказчиков за счет снижения издержек перехода с одного ПО на другое. Подобные инструменты политики не просто согласуются со спецификой рынка программных средств, но и позволяют извлечь из нее максимум пользы для производителей и клиентов.



²⁷ С этой точки зрения характерно название работы — «The Comingled Code», т. е. «перемешанный код».

- Балашова С.А., Лазанюк И.В. (2004) Государственное регулирование сектора информационных технологий: Индия и Россия // Электронный журнал «Исследовано в России». Т. 7. № 199. С. 2119–2128. Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2004/199.pdf> (дата обращения 10 января 2013 г.).
- Дорошенко М.Е. (2011) Инновационный потенциал сектора интеллектуальных услуг в России // Форсайт. Т. 5. № 4. С. 50–65.
- Макаров В.Л., Клейнер Г.Б. (2007) Микроэкономика знаний. М.: ЗАО «Издательство “Экономика”».
- НИУ ВШЭ (2012) Информационное общество: тенденции развития. М.: НИУ ВШЭ.
- НИУ ВШЭ (2013) Индикаторы информационного общества: 2013. Статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ.
- Перминов С.Б. (2007) Информационные технологии как фактор экономического роста. М.: Наука.
- Перминов С.Б., Егорова Е.Н. (2009) Сектор информационных технологий в российской экономике: факторы и ограничения роста // Экономическая наука в современной России. № 1. С. 105–115.
- РАСПО (2012) Письмо Президенту РФ В.В. Путину о выполнении Распоряжения Правительства РФ от 17 декабря 2010 г. № 2299-р, 14.09.2012. Режим доступа: http://www.raspo.ru/files/files/pismo_14_09_2012.pdf (дата обращения 21 сентября 2012 г.).
- ЦГТ (2012) Исследование ООН: рейтинг стран мира по уровню электронного правительства 2012 г. Информационно-аналитическое агентство «Центр гуманитарных технологий». Режим доступа: <http://gtmarket.ru/news/2012/03/09/4102> (дата обращения 8 сентября 2012 г.).
- Akerlof G. (1970) The Market for “Lemons”: Quality Uncertainty and the Market Mechanism // *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 84. № 3. P. 488–500.
- Bresnahan T. (2002) Prospects for the Information-Technology-Led Productivity Surge // *Innovation Policy and the Economy* / Eds. A.B. Jaffe, J. Lerner, S. Stern. Cambridge, MA: MIT Press. P. 135–161. Режим доступа: <http://www.nber.org/chapters/c10787.pdf> (дата обращения 23 декабря 2012 г.).
- Bresnahan T., Brynjolfsson E., Hitt L. (2002) Information Technology, Workplace Organisation and Demand for Skilled Labor: An Empirical Evidence // *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 117. № 1. P. 339–376.
- Bresnahan T., Greenstein S., Brownstone D., Flamm K. (1996) Technical Progress and Co-Invention in Computing and in the Uses of Computers // *Brookings Papers on Economic Activity. Microeconomics*. Vol. 1996. Washington, DC: Brookings Institution. P. 1–83.
- Brynjolfsson E., Hitt L., Yang S. (2002) Intangible Assets: Computers and Organisation Capital // *Brookings Papers on Economic Activity*. № 1. P. 137–198.
- Brynjolfsson E., Hitt L. (2003) Computing Productivity: Firm-Level Evidence // *Review of Economics and Statistics*. Vol. 85. № 4. P. 793–808.
- Brynjolfsson E., Renshaw A.A., van Alstyne M. (1997) The Matrix of Change // *Sloan Management Review*. Vol. 38. № 2 (Winter). P. 37–54.
- Brynjolfsson E., Saunders A. (2010) *Wired for Innovation*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Comino S., Manenti F. (2005) Government Policies Supporting Open Source Software for the Mass Market // *Review of Industrial Organization*. Vol. 26. P. 217–240.
- David P. (1990) The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox // *The American Economic Review*. Vol. 80. № 2. P. 355–361.
- Economic Policy Group (2010) Sources of Singapore’s Economic Growth, 1990–2009 // *Macroeconomic Review* (April). Режим доступа: http://www.spp.nus.edu.sg/docs/publication/Sources_of_Singapore_Economic_Growth_1990-2009.pdf (дата обращения 4 сентября 2010 г.).
- Ghosh R. (2003) License fees and GDP per capita: The case for open source in the developing countries // *First Monday*. Vol. 8. № 12. Режим доступа: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/apcity/unpan015119.pdf> (дата обращения 15 ноября 2012 г.).
- Kim D. (2009) Korean Experience of Overcoming Economic Crisis through ICT Development. UNESCAP Technical Paper IDD/TP-09-01 (August). Режим доступа: http://www.unescap.org/idd/pubs/IDD_TP_09_01_of_WP_7_2_909_1.pdf (дата обращения 4 сентября 2012 г.).
- Lerner J., Shankerman M. (2010) *The Comingled Code*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Lewis J. (2010) *Government Open Source Policies*. Washington, DC: Center for Strategic and International Studies.
- Milgrom P., Roberts J. (1990) The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy and Organization // *American Economic Review*. Vol. 80. № 3. P. 511–528.
- Nichols D., Twidale M. (2003) The Usability of Open Source Software // *First Monday*. Vol. 8. № 1 (6 January). Режим доступа: <http://firstmonday.org/article/view/1018/939> (дата обращения 19 сентября 2012 г.).
- OpenOffice.org (2004a) Differences in Use between Calc and Excel. Режим доступа: <http://www.openoffice.org/documentation/manuals/oooauthors/SpreadsheetDifferences.pdf> (дата обращения 4 сентября 2012 г.).
- OpenOffice.org (2004b) Porting Excel/VBA to Calc/Star Basic. Режим доступа: http://www.openoffice.org/documentation/HOW_TO/various_topics/VbaStarBasicXref.pdf (дата обращения 4 сентября 2012 г.).
- OSOR.EU (2009) CIO of Extremadura: Open Source a key to development. Режим доступа: <http://www.epractice.eu/en/news/299187> (дата обращения 5 сентября 2012 г.).
- Schmidt K., Schnitzer M. (2003) Public Subsidies for Open Source? Some Economic Policy Issues of the Software Market // *Harvard Journal of Law and Technology*. Vol. 16. № 2 (Spring). P. 473–505.
- Shapiro C., Varian H. (1999) *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*. Cambridge, MA: Harvard Business School Press.
- UNCTAD (2011) *Information Economy Report: ICT as Enabler for Private Sector Development*. Режим доступа: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ier2011_en.pdf (дата обращения 6 сентября 2012 г.).
- Varian H., Farrell J., Shapiro C. (2005) *The Economics of Information Technology: An Introduction (Raffaele Mattioli Lectures)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Varian H., Shapiro C. (2003) *Linux Adoption in the Public Sector: An Economic Analysis*. University of California at Berkeley Working Paper. Режим доступа: <http://people.ischool.berkeley.edu/~hal/Papers/2004/linux-adoption-in-the-public-sector.pdf> (дата обращения 26 декабря 2012 г.).
- Wong K. (2004) *Free / Open Source Software. Government Policy*. International Open Source Network. Elsevier, UNDP-APDIP. Режим доступа: <http://www.iosn.net/government/foss-government-primer/foss-govt-policy.pdf> (дата обращения 28 декабря 2012 г.).

Developing the National Software Market: Public Policy Alternatives

Marina Doroshenko

Head, Department for Analytical Research, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, National Research University — Higher School of Economics. Address: National Research University — Higher School of Economics, 20, Myasnikskaya str., Moscow, 101000, Russian Federation. E-mail: mdoroshenko@hse.ru

Kirill Skripkin

Lecturer, Faculty of Economics, Economic Informatics Department, Moscow State University. Address: 1-46, Leninskiye Gory, GSP-1, Moscow, 119991, Russian Federation. E-mail: k.skripkin@gmail.com

Abstract

Today governments in a range of countries, including Russia, consider the promotion of open source software as an important policy tool for the development of information technologies. Since 2010 in Russia, an initiative has been undertaken to establish a National Software Platform (a set of applications based on Open Source) which, it is presumed, will be compulsorily embedded into the system of public administration. The paper assesses the efficiency of government policy in the field of Open Source and provides recommendations for its improvement.

Analyzing the specifics of the software market, that is, comparing the strengths and weaknesses of the two main types of software — proprietary («closed»), and open — as well as «extreme» types in regard to the latter (direct stimulation or complete disengagement of the government from regulating the users' choice), the authors conclude that any extreme policy approach is hardly relevant to the considered field. One should take into account the

development not only of the software, but also the whole complex of complementary assets that are factors in the economic impact of innovation. The joint work of suppliers and customers in introducing new technologies (co-invention) creates a synergy that is the key to the effective use of ICT in the economy and development of the sector as a whole. Therefore, protectionism (fostering manufacturers at the cost of limiting consumer choice) is fundamentally inconsistent with the specifics of the ICT industry, and the compulsory transition to the new type of software will lead to a significant loss in terms of «switching costs» and benefits of network effects. At the same time, the indirect measures, including information sharing and support for users of open standards, expands customer choice and reduces the costs of switching from one to another software type. It is these mechanisms that are not just compatible with the specifics of the market, but also allow maximum benefits, both for producers and consumers.

Keywords

open source software; proprietary software; virtual networks; co-invention; information and communication technologies; switching costs; network effects

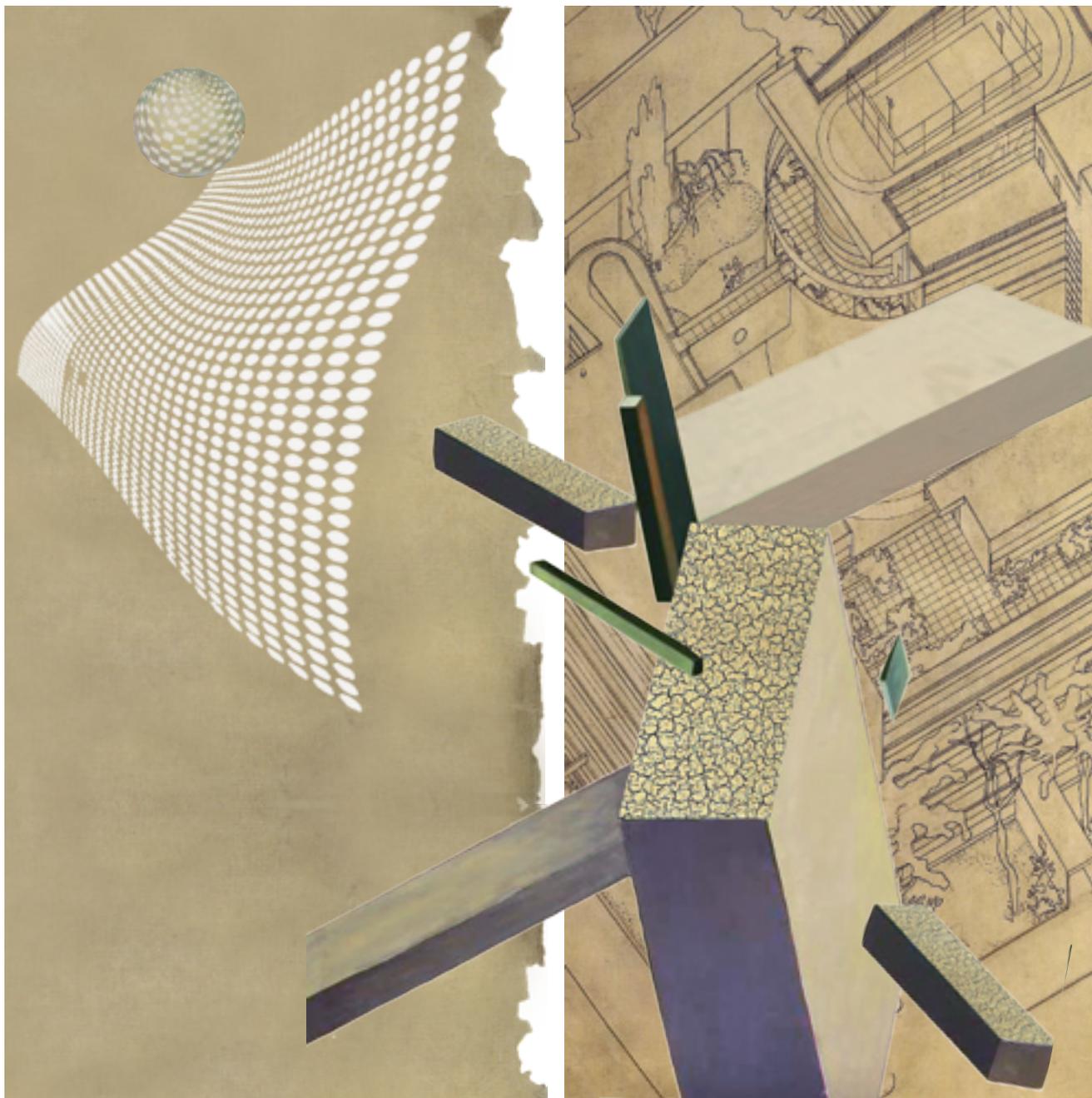
References

- Akerlof G. (1970) The Market for “Lemons”: Quality Uncertainty and the Market Mechanism. *Quarterly Journal of Economics*, vol. 84, no 3, pp. 488–500.
- Balashova S., Lazanyuk I. (2004) Gosudarstvennoe regulirovanie sektora informatsionnykh tekhnologii: Indiya i Rossiya [Public Regulation of the IT Industry]. *Issledovano v Rossii* (electronic journal), vol. 7, no 199, pp. 2119–2128. Available at: <http://zhurnal.apelarn.ru/articles/2004/199.pdf> (Accessed 10 January 2013).
- Bresnahan T. (2002) Prospects for the Information-Technology-Led Productivity Surge. *Innovation Policy and the Economy* (eds. A.B. Jaffe, J. Lerner, S. Stern), Cambridge, MA: MIT Press, pp. 135–161. Available at: <http://www.nber.org/chapters/c10787.pdf> (accessed 23 December 2012).
- Bresnahan T., Brynjolfsson E., Hitt L. (2002) Information Technology, Workplace Organisation and Demand for Skilled Labor: An Empirical Evidence. *Quarterly Journal of Economics*, vol. 117, no 1, pp. 339–376.
- Bresnahan T., Greenstein S., Brownstone D., Flamm K. (1996) Technical Progress and Co-Invention in Computing and in the Uses of Computers. *Brookings Papers on Economic Activity: Microeconomics*, vol. 1996, Washington, DC: Brookings Institution, pp. 1–83.
- Brynjolfsson E., Hitt L., Yang S. (2002) Intangible Assets: Computers and Organisation Capital. *Brookings Papers on Economic Activity*, no 1, pp. 137–198.

- Brynjolfsson E., Hitt L. (2003) Computing Productivity: Firm-Level Evidence. *Review of Economics and Statistics*, vol. 85, no 4, pp. 793–808.
- Brynjolfsson E., Renshaw A.A., van Alstyne M. (1997) The Matrix of Change. *Sloan Management Review*, vol. 38, no 2 (Winter), pp. 37–54.
- Brynjolfsson E., Saunders A. (2010) *Wired for Innovation*, Cambridge, MA: MIT Press.
- CHT (2012) *Issledovanie OON: reiting stran mira po urovnyu elektronnoho pravitel'stva 2012 g.* [The UN Study: World Rating of Countries by Level of Development of e-Government in 2012]. Center for Human Technologies. Available at: <http://gtmarket.ru/news/2012/03/09/4102> (accessed 8 September 2012).
- Comino S., Manenti F. (2005) Government Policies Supporting Open Source Software for the Mass Market. *Review of Industrial Organization*, vol. 26, pp. 217–240.
- David P. (1990) The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox. *The American Economic Review*, vol. 80, no 2, pp. 355–361.
- Doroshenko M. (2011) Innovatsionnyi potentsial sektora intellektual'nykh uslug v Rossii [Innovative Potential of the Knowledge-Intensive Services Sector in Russia]. *Foresight-Russia*, vol. 5, no 4, pp. 50–65.
- Economic Policy Group (2010) Sources of Singapore's Economic Growth, 1990–2009. *Macroeconomic Review* (April). Available at: http://www.spp.nus.edu.sg/docs/publication/Sources_of_Singapore_Economic_Growth_1990-2009.pdf (accessed 4 September 2010).
- Ghosh R. (2003) License fees and GDP per capita: The case for open source in the developing countries. *First Monday*, vol. 8, no 12. Available at: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/apcity/unpan015119.pdf> (accessed 15 November 2012).
- HSE (2012) Information Society Outlook, Moscow: HSE.
- HSE (2013) Indikatory informatsionnogo obshchestva: 2013. *Statisticheskii sbornik* [Information Society Indicators. Data Book], Moscow: HSE.
- Kim D. (2009) *Korean Experience of Overcoming Economic Crisis through ICT Development* (UNESCAP Technical Paper IDD/TP-09-01, August). Available at: http://www.unescap.org/idd/pubs/IDD_TP_09_01_of_WP_7_2_909_1.pdf (accessed 4 September 2012).
- Lerner J., Shankerman M. (2010) *The Comingled Code*, Cambridge, MA: The MIT Press.
- Lewis J. (2010) *Government Open Source Policies*, Washington, DC: Center for Strategic and International Studies.
- Makarov V., Kleiner G. (2007) *Mikroekonomika znaniy* [Micro Economics of Knowledge], Moscow: ZAO «Izdatel'stvo «Ekonomika»».
- Milgrom P., Roberts J. (1990) The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy and Organization. *American Economic Review*, vol. 80, no 3, pp. 511–528.
- Nichols D., Twidale M. (2003) The Usability of Open Source Software. *First Monday*, vol. 8, no 1 (6 January). Available at: <http://firstmonday.org/article/view/1018/939> (accessed 19 September 2012).
- OpenOffice.org (2004a) *Differences in Use between Calc and Excel*. Available at: <http://www.openoffice.org/documentation/manuals/oooauthors/SpreadsheetDifferences.pdf> (accessed 4 September 2012).
- OpenOffice.org (2004b) *Porting Excel/VBA to Calc/Star Basic*. Available at: http://www.openoffice.org/documentation/HOW_TO/various_topics/VbaStarBasicXref.pdf (accessed 4 September 2012).
- OSOR.EU (2009) CIO of Extremadura: Open Source a key to development. Available at: <http://www.epractice.eu/en/news/299187> (accessed 5 September 2012).
- Perminov S. (2007) *Informatsionnye tekhnologii kak faktor ekonomicheskogo rosta* [Information Technologies as a Driver for Economic Growth], Moscow: Nauka.
- Perminov S., Egorova E. (2009) Sektor informatsionnykh tekhnologii v rossiiskoi ekonomike: faktory i ogranicheniya rosta [IT Industry in the Russian Economy: Issues and Limitations for Growth]. *Ekonomicheskaya nauka v sovremennoi Rossii*, no 1, pp. 105–115.
- RASPO (2012) *Pis'mo Prezidentu RF V.V. Putinu o vypolnenii Rasporyazheniya Pravitel'stva RF ot 17 dekabrya 2010 g. № 2299-r; 14.09.2012* [The Letter to President of the Russian Federation Vladimir Putin on Execution of Prescription by Russian Government from 17 December 2010 no 2299-r, dated by 14 September 2012]. Available at: http://www.raspo.ru/files/files/pismo_14_09_2012.pdf (accessed 21 September 2012).
- Schmidt K., Schnitzer M. (2003) Public Subsidies for Open Source? Some Economic Policy Issues of the Software Market. *Harvard Journal of Law and Technology*, vol. 16, no 2 (Spring), pp. 473–505.
- Shapiro C., Varian H. (1999) *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*, Cambridge, MA: Harvard Business School Press.
- UNCTAD (2011) *Information Economy Report: ICT as Enabler for Private Sector Development*. Available at: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ier2011_en.pdf (accessed 6 September 2012).
- Varian H., Farrell J., Shapiro C. (2005) *The Economics of Information Technology: An Introduction (Raffaele Mattioli Lectures)*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Varian H., Shapiro C. (2003) *Linux Adoption in the Public Sector: An Economic Analysis*. University of California at Berkeley working paper. Available at: <http://people.ischool.berkeley.edu/~hal/Papers/2004/linux-adoption-in-the-public-sector.pdf> (accessed 26 December 2012).
- Wong K. (2004) *Free / Open Source Software. Government Policy. International Open Source Network*, Elsevier, UNDP-APDIP. Available at: <http://www.iosn.net/government/foss-government-primer/foss-govt-policy.pdf> (accessed 28 December 2012).

Экстремальные события как детерминанты шестой кондратьевской волны

Д. Касти*



Многие исследователи будущего, изучающие грядущую технологическую волну, склонны к излишне оптимистичным прогнозам. Однако отдельные эксперты обращают внимание на возможные экстремальные события технологического, природного и социального характера, способные ниспровергнуть эти предположения. Подобные явления и процессы являются случайными, а потому трудно прогнозируемы, но тем не менее могут вызвать масштабные разрушительные последствия и в корне изменить будущее цивилизации.

В статье рассматриваются подходы к оценке вероятности реализации таких потрясений с целью их предотвращения либо минимизации деструктивных эффектов.

* Касти Джон — сооснователь, The X-Center (Австрия).
E-mail: casti@xevents.com

Адрес: Trattnerhof 2, Top 211, 1010 Vienna, Austria.

Ключевые слова

кондратьевские циклы;
шестая кондратьевская волна;
прогнозирование;
экстремальное событие;
социальные настроения;
критическая точка;
глобальные тренды;
«созидательное разрушение»

Тренды и переломные моменты

Большинство природных и социальных процессов носят циклический, повторяющийся характер, но их периодичность вариативна. Невозможно с абсолютной уверенностью предвидеть, когда произойдет очередной крах рынка либо та или иная держава утратит свое влияние. На рис. 1 представлена динамика изменения национального ВВП, характеризующая чередованием этапов процветания, рецессии, депрессии и возрождения, которые редко совпадают по продолжительности. В совокупности длительность депрессии и процветания превышает период замедляющегося роста и рецессии. Так или иначе, большую часть времени экономика находится в восходящей либо нисходящей фазах, образуемых *точками тренда* (регулярными точками). В свою очередь, *критические точки* (на рис. 1 помечены буквой «с») обозначают начало трансформации тренда: депрессия уступает место восстановлению, а прогресс переходит в кризис, за которым следует рецессия.

Обратимся к теме прогнозирования. Предположим, экономическая конъюнктура находится в одной из регулярных точек, и нужно вычислить, каким будет объем ВВП в следующий момент времени. Ответ прост: этот показатель окажется почти таким же, незначительно отклоняясь в большую или меньшую сторону, в зависимости от того, переживает ли экономика подъем либо спад. И вердикт будет безошибочным, хотя ценность такой информации сомнительна. Если же ситуация подошла к критической точке, прогноз рискует не оправдаться. Реальную пользу представляют инструменты, позволяющие с точностью предсказывать местонахождение переломных моментов и «крутизну» поворота процесса. Практика показывает, что в настоящее время еще не разработаны прогностические методы, которые не просто характеризовали бы некий отрезок кривой, а идентифицировали расположение экстремумов. Их создание и использование предполагает наличие формальной динамической модели, точно описывающей траекторию кривой на любой временной отметке. Таким образом, именно знание критических точек является ключом к пониманию всего цикла. Обычно радикальное изменение контекста происходит за очень короткий временной промежуток. Поскольку точки перегиба встречаются редко, их наступление оказывается неожиданным или даже шокирующим для наблюдателей, привыкших к размеренным темпам развития волн, образуемых регулярными отметками. Подобные неожиданные явления, приближение которых требует своевременной идентификации и реагирования, называются *экстремальными событиями* (*X-событиями*).

Причина, по которой существующий инструмент прогнозирования не позволяет предсказывать точные сроки наступления «катаклизмов», заключается в том, что каждому временному горизонту присущ определяемый текущей обстановкой спектр событий, способных произойти в следующее мгновение. Реализация любого из них является результатом взаимодействия контекста и случайного фактора, служащего своеобразным пусковым механизмом (*триггером*).

Контекст формируется постоянно и задает широкий спектр потенциальных событий; триггер же непред-



скажем, так как по природе своей носит случайный и, следовательно, нетипичный характер. Чтобы использовать какую-либо модель, необходимо знать не только закономерность изменения ситуации, но и правило срабатывания спонтанного «спускового крючка». Это представляется сложным даже для физиков, не говоря о социальной сфере, где роль случая особенно велика.

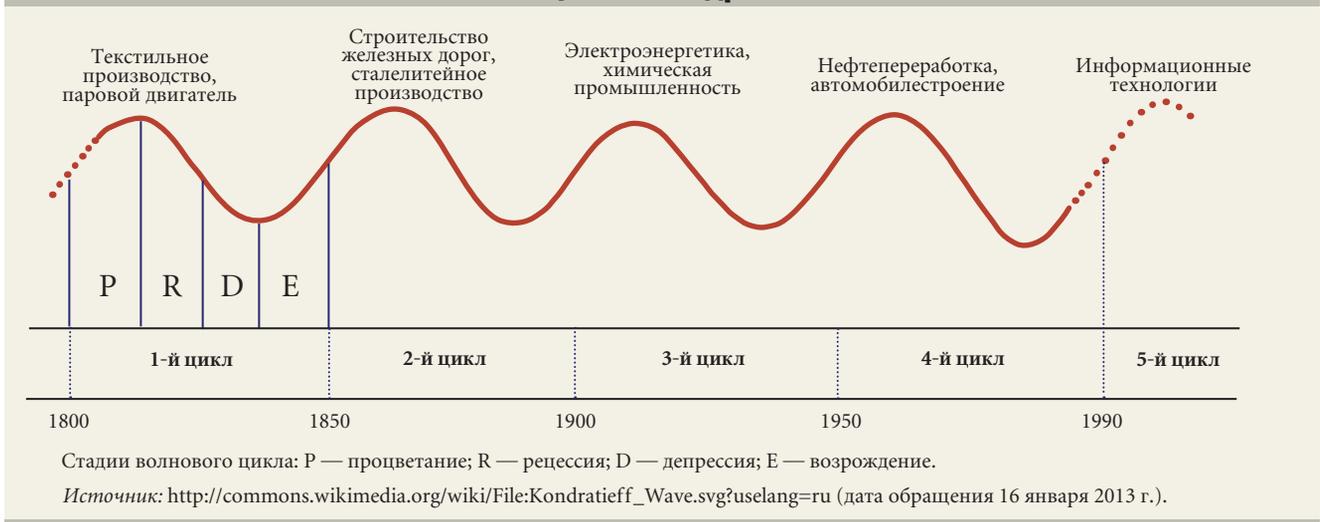
Цикличность, отраженная на рис. 1, присуща и кондратьевским волнам (рис. 2), к детальному анализу которых мы обратимся позднее. По ряду признаков, цивилизация сегодня находится в заключительной (депрессионной) фазе пятой волны. Попытаемся понять и идентифицировать критический момент перехода к шестой волне.

Рис. 2 демонстрирует этапы развития индустриальной экономики, а маркировочная подпись над каждой волной отражает доминировавшие в соответствующий период технологии. Указанная интерпретация утвердилась в публикациях, касающихся глобальных кондратьевских циклов. Анализируя собственно кривую Кондратьева, появление ярлыков предсказать невозможно, ведь она описывает лишь динамику изменения экономических показателей вроде ВВП. Очевидно, маркировка осуществляется экспертами постфактум, когда соответствующие циклы уже реализовались и их продолжительность становится известной. Однако нас интересует получение информации о кондратьевском процессе с помощью прогностической оценки, а не ярлыков, присваиваемых шестой волне. Сначала рассмотрим механизм генерации циклов в развитии общества, включая кондратьевские волны.

Экстремальные события, социальные настроения и способность к восстановлению

Циклический социальный процесс включает следующие стадии: тренд – критическая точка – триггер – экстремальное событие – инновация. Как отмечалось, большую часть времени динамическая система пребывает в режиме *тренда* (на регулярных точках), находясь либо в восходящей (подъем и процветание) либо нисходящей (спад и депрессия) фазах, которые чередуются. Ее компоненты эволюционируют несинхронно, поэтому при их взаимодействии возникает дисбаланс степеней сложности (*complexity gap*). Для устойчивого функционирования системы неравновесие должно быть минимизировано. В этот момент она достигает *критической точки* и переходит к новому тренду с противоположной направленностью. Трансформация может проте-

Рис. 2. Циклы Кондратьева



коть относительно безболезненно, если предприняты целенаправленные меры по устранению дисбаланса сложности со стороны системного регулятора (обычно это орган государственной власти или менеджмент компании).

В критической точке система становится максимально нестабильной, и достаточно любого незначительного толчка, чтобы траектория ее развития радикально изменилась. Подобная пертурбация (при достаточно сильном влиянии квалифицируемая как шок) носит случайный характер, сценарий ее реализации заранее не определен, а потому она в принципе не прогнозируема. Если новое состояние системы, спровоцированное *триггером*, оказалось нетипичным, неожиданным и привело к масштабным последствиям для населения, можно говорить о наступлении *экстремального события*, которое, напомним, представляет собой редко случающийся, как правило, неожиданный и мгновенный переход от текущего тренда к противоположному. Как и любое другое явление, оно определяется комплексом контекстуальных предпосылок в сочетании с неким случайным фактором, играющим роль катализатора. «Ландшафт» контекста во многом формируется под влиянием социальных настроений, представлений социума о своем будущем. Поэтому измерение общественного настроения в критической точке позволяет оценить вероятность наступления различных событий и выявить катаклизм, который устранил неравновесие.

Традиционно X-события влекут за собой ощутимый материальный ущерб, человеческие жертвы, финансовые убытки и/или психологический стресс, по крайней мере, в краткосрочной перспективе. Поэтому делается все возможное, чтобы предотвратить их наступление. К сожалению, этого не всегда удается достичь, хотя при заблаговременном принятии соответствующих мер последствия потрясений оказались бы менее разрушительными. Так, регулярное прореживание от излишней растительности предохранит лес от полного выгорания в результате стихийных пожаров.

К тому же, хотя в сиюминутном контексте эффект X-события деструктивен, дальнейший сценарий развития может оказаться иным, что иллюстрирует пример Японии. В марте 2011 г. страну постигло стихийное бед-

ствие, спровоцировавшее аварию на АЭС «Фукусима». Годом позднее автор данной статьи провел в Японии серию практических семинаров для политиков, ученых и предпринимателей. Притом что общество еще не оправилось от шока, вызванного катастрофой, там серьезно анализировались ее причины, пересматривались отношения между властью и реальным сектором, изучались возможности преодоления «застоя», в котором страна находится последние четверть века. Японцы посчитали Фукусимскую трагедию не только драматическим событием в истории страны, но и стимулом к радикальным реформам социальных, экономических и политических структур. Страна должна была оказаться буквально сброшенной с позиций, занятых ей после окончания Второй мировой войны, для того чтобы подобная масштабная социальная реконфигурация вообще начала обсуждаться. Японский кейс служит наглядным примером «созидательного разрушения» [Schumpeter, 1942]. Согласно Й. Шумпетеру, залогом возрождения из «пепла», оставленного катаклизмом, являются *инновации*. Разрушительные последствия экстремальных происшествий наподобие Фукусимы подталкивают к переоценке прежних идей и общественных моделей, в результате чего появляются новые социальные «ниши», инновационные продукты, услуги и процессы, меняются образ жизни и подходы к организации деятельности. Система обретает больше свободы и начинает восстанавливаться. Потенциал возрождения определяется наличием сильных, эффективных организаций и институтов, способных не только пережить потрясение, но и адаптировать свои стратегии таким образом, чтобы преуспевать в изменившихся условиях. В результате формируется новый тренд, и цикл повторяется.

Труднопрогнозируемые события: измерение рисков

Последовательность перехода от прежнего тренда к новому продемонстрирована на рис. 3 (так называемой «фундаментальной диаграмме социальных процессов»). Чтобы ее использование было результативным, следует интерпретировать приведенные блоки и стрелки, дать им количественную оценку. Формированию дисбаланса сложности и переменам настроений в об-

Рис. 3. **Фундаментальная диаграмма социальных процессов***



* Подписи к стрелкам описывают явления и процессы, стимулирующие переход системы из одного состояния (блока) в другое.

честве посвящены две недавние работы автора [Casti, 2010, 2012]. Адекватная оценка первого параметра позволяет идентифицировать момент «созревания» социально-экономической системы для революционных изменений, а измерение общественного фона в этой критической точке — предположить конкретный тип X-события.

Один из основоположников науки о сложности профессор Массачусетского технологического института (Massachusetts Institute of Technology, MIT) С. Ллойд в своей неизданной работе «31 Flavors of Complexity»¹ обобщил возможные способы измерения степени сложности системы. Согласно его исследованию, этот показатель зависит не только от природы рассматриваемой системы, но и ее «контрагентов» и контекста. Другими словами, не существует универсальной характеристики «сложности». Возьмем, к примеру, недавнюю революцию в Египте. Экономика страны на протяжении десятилетий контролировалась государством, оставаясь при этом практически неуправляемой. Реформы последних лет оказались запоздалыми и не оказали должного эффекта. Процветала коррупция, пронизывавшая все слои общества, что наблюдается и по сей день. В силу указанных факторов, а также упрощенной структуры и ограниченного инструментария политики, власти не располагали достаточными рычагами для ответа на острые социальные проблемы. Ограниченными были и возможности населения выражать недовольство отсутствием качественного жилья, системы здравоохранения, высокими ценами на продовольствие и т. п., у руководства же отсутствовала мотивация к принятию необходимых мер для обеспечения соответствующих условий. В ситуации, когда общество способно влиять на положение дел еще в меньшей степени, чем власти (другими словами, ему присущ более низкий уровень сложности), ожидать перемен к лучшему не прихо-

дится. Но времена меняются, и когда в арабском мире распространились современные технологии (такие как оперативные глобальные коммуникации), высшее образование и скоростной транспорт, общественный потенциал резко возрос, и участь традиционных режимов была предрешена.

Известно, что сложность системы определяется числом степеней свободы (независимых действий, имеющихся в ее распоряжении в данный момент). Этот показатель непостоянен, как следствие, варьируется дисбаланс степеней сложности между взаимодействующими системами. Бесконфликтное сосуществование двух подсистем, будь то население и правительство, богатые и бедные и т. п., возможно, только если разрыв не превышает разумных пределов. Он определяет уровень напряженности всей системы. Если ее вовремя не ослабить, система оказывается на грани хаоса, и наступает шоковое явление, в результате которого возникшая «разность потенциалов» нивелируется. Для устранения неравновесия требуется вмешательство системных регуляторов, иначе систему ждет крах.

Притом что число степеней свободы во многих случаях является адекватным индикатором для характеристики системной сложности, эта мера все же не универсальна. Оцениваемые показатели должны подбираться эмпирическим путем для каждой конкретной ситуации. Преодоление фактора сложности не предполагает единого рецепта. В нашей работе [Casti, 2012] приведены примеры практического действия принципов «дисбаланса сложности» и «степеней свободы» в соответствующих условиях. Чтобы идентифицировать жизнеспособные альтернативы и применимость тех или иных мер в разных контекстах, требуются дополнительные исследования. Потенциал X-события как результата накалившейся обстановки в системе является с помощью соответствующего инструмента измерения социальных настроений, связанных с представлениями общества о будущем на различных временных горизонтах. Если какая-либо социальная группа считает, что через месяц положение улучшится, ее настрой на обозначенную перспективу будет позитивным; в обратном случае — негативным. Вопрос «Что вы думаете о будущем?» имеет столько же потенциальных ответов, сколько рассматривается предстоящих горизонтов. Это важно, поскольку временные масштабы развертывания значимых процессов в социуме также неодинаковы. Поэтому необходимо тщательно сопоставить продолжительность изменений социального настроения и длительность феномена. Например, типичный «срок жизни» тренда в музыке обычно составляет несколько месяцев, соответственно, временной масштаб социальных настроений измеряется неделями. Однако подобные мерки не прольют достаточно света на долговременный процесс, скажем, закат и подъем великих держав вроде России или США, длящийся десятилетиями, если не столетиями.

Удобным и действенным, хотя и далеким от совершенства мерилом социального настроения (социометром) являются индексы национальных финансовых рынков (американский S&P500, японский Nikkei и т. п.)

¹ Название перефразирует известный слоган американского производителя мороженого Baskin Robbins.

[Casti, 2010]. Дело в том, что занимаемая инвестором или аналитиком позиция в отношении ценных бумаг подчеркивает его представления о будущем на определенную временную перспективу. Учитывая позиции различных игроков, рынок синтезирует их в единый индикатор — изменение цен на акции. Если преобладают пессимистичные предположения о перспективах фондовых активов, их цена снижается, в противном случае — растет.

Проиллюстрируем использование финансового индекса в качестве социометра на примере Бразилии. На рис. 4 отражена месячная динамика индекса Bovespa² и показаны основные финансовые, политические и экономические события, имевшие место за период 1992–2007 гг. Представленная картина весьма красноречива. Как только социальный климат в стране становился негативным, неизбежно происходили девальвация валюты, крах банка или президентский импичмент. С другой стороны, когда он был на подъеме, основными темами обсуждений в СМИ становились восстановление экономики, выборы нового президента и выгодная продажа продуктивных государственных активов.

Переход от позитивных общественных установок к негативным ведет к перемене полярности природы социальных событий. Обозначим эти «полюсы» повседневными понятиями, соответствующими природе анализируемого тренда или явления (табл. 1). Так, оценивая перспективы автомобильной промышленности, во времена подъема оптимизма ведущие производители вроде Ford или BMW демонстрируют *предприимчивость, заинтересованность в развитии международных связей*, стремясь расширить рынки сбыта за счет предложения новых продуктов или увеличения географического охвата. С другой стороны, когда социальная атмосфера приобретает негативную окраску, драйверами корпоративных стратегий становятся протекционизм и стремление удержать рыночную долю. Следовательно, определения «завоеватель» и «протекционист» означают полярности, отражающие позитивные либо негативные настроения.

Когда настрой меняется с положительного на отрицательный, отношение общества к будущему становится пессимистичным, а дальнейшие перспективы вызывают опасения. Подобная психологическая установка становится весомой предпосылкой для реализации масштабных общественных событий (включая экстремальные), но их эффекты должны оцениваться с некоторыми оговорками. Чем более специфично рассматриваемое явление, тем сложнее его спрогнозировать, особенно в деталях. Подмечено, что два и более феномена, принадлежащих к одному «семейству», происходят одновременно с большей вероятностью, чем явление противоположного характера.

Из-за вариативности сроков развертывания тех или иных массовых социальных тенденций при вынесении вердикта по поводу их «позитивности» или «негативности» следует учитывать продолжительность реализации. В частности, краткосрочный тренд вроде предпочтений популярных фильмов, может восприниматься с энтузиазмом, а более долгосрочные процес-

Табл. 1. Полярности позитивных и негативных социальных настроений

Позитивное настроение	Негативное настроение
Объединение	Разделение
Снятие ограничений	Наложение запретов
Экспансия	Протекционизм
Единство	Разобщенность
Поддержка	Оппонирование
Открытость	Закрытость
Радость	Печаль
Напряженный труд	Лень
Энтузиазм	Депрессия
Толерантность	Нетерпимость, ксенофобия

сы, например ожидание мира или хотя бы временного перемирия на Ближнем Востоке, — весьма скептически. Военные конфликты нельзя развернуть либо погасить в течение нескольких часов или дней — обычно они длятся месяцами и годами. В свою очередь, смена массовых музыкальных предпочтений не занимает столетия; типичный срок их «жизни» — недели или, в крайнем случае, несколько месяцев. В итоге, оценивая вероятность наступления в будущем определенного события, стоит задаться вопросом о его естественном временном масштабе. Чтобы выявить подъем либо упадок настроений, в качестве социометров используют индекс Доу-Джонса или его релевантный аналог, полярные характеристики, указанные в табл. 1, отчеты СМИ, личные наблюдения и т. п.

Противостояние на Ближнем Востоке — масштабный процесс, «идеально» демонстрирующий совпадение точек перехода к открытому вооруженному конфликту и крупных спадов в настроении общества. Рис. 5 свидетельствует, что предвестниками практически любой масштабной перемены социального климата в регионе служили активизация боевых действий либо снятие напряженности и появление надежд на установление мира. Наиболее длительный период кредита доверия и готовности к партнерству — «эпоха позитивных ощущений» (Era of Good Feelings) — имел место с осени 1993 г. до начала 2000 г., завершившись за несколько дней до масштабного подъема индекса Доу-Джонса. К лету того же года напряжение возросло: палестинцы вознамерились провозгласить государственную автономию. По мере падения социальных настроений на протяжении 2000 г. протесты стали обычным явлением, а популярность Я. Арафата резко выросла. К маю 2000 г. СМИ заговорили о вероятном продолжении вооруженного конфликта. Начавшееся осенью 2001 г. падение курса акций, который восстановился лишь год спустя, несомненно, подкреплялось слухами о масштабном развертывании войны, обусловленными сменой тренда в социальных настроениях.

Каковы перспективы развития ситуации на Ближнем Востоке в последующие годы? Напомним базовую закономерность: обстановка здесь напрямую зависит от общественного фона. Проанализируем ее изменение с позиций индекса израильского фондового рынка в Тель-Авиве. На рис. 6 отображена динамика

² Измеряет колебания валютного рынка в Сан-Паулу.

Рис. 4. Связь динамики индекса Bovespa с наиболее значимыми событиями в истории Бразилии: 1992-2007



Источник: [Kendall, 2006].

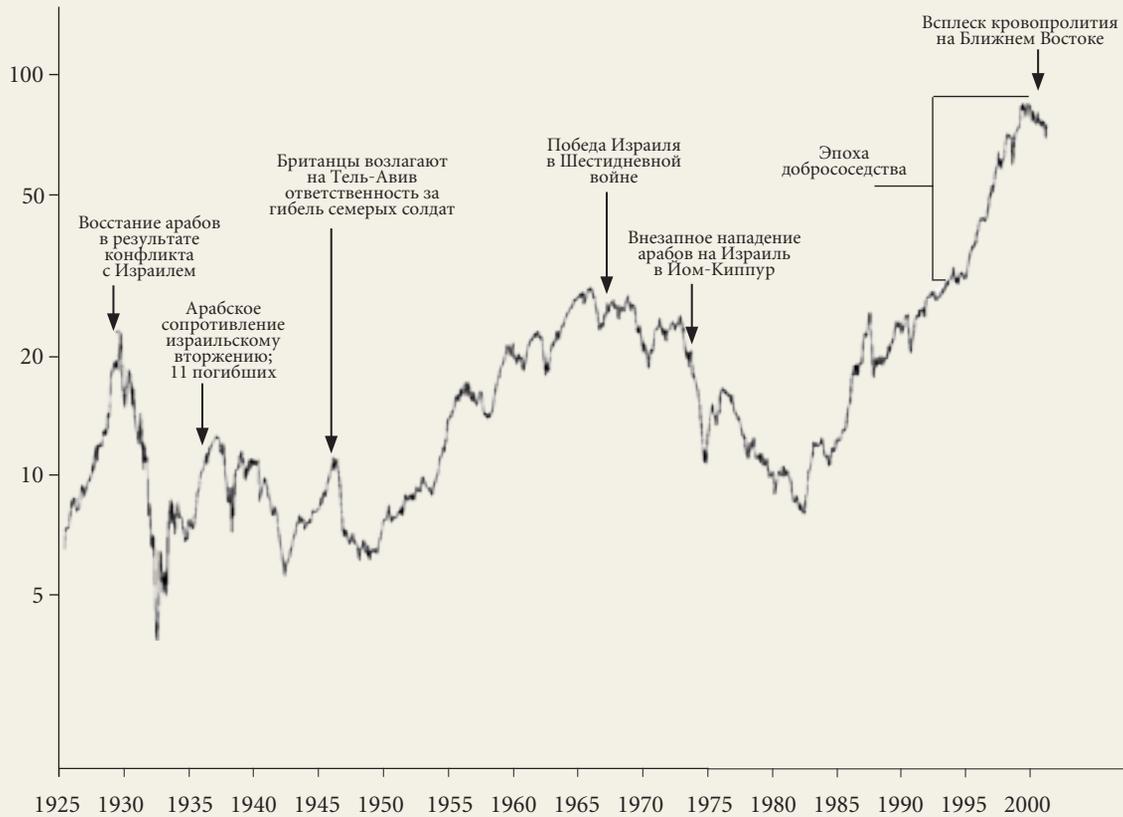
данного показателя на протяжении всей истории израильского государства, а также отмечен ряд наиболее значимых политических и военных событий. В модели роста позитивного общественного настроения как ключевого индикатора благоприятных явлений присутствуют два исключения, выделенные красным. Они свидетельствуют, что атмосфера в социуме не гарантирует и не исключает наступление того или иного сценария, а лишь готовит почву для наиболее вероятных. На графике отмечен этот максимум в пиковых значениях. Есть основания полагать, что, если социальный фон в Израиле стабилизируется, как показано на рис. 6, в последующие несколько лет ближневосточный регион ждут «интересные» времена.

Как демонстрируют примеры, настрой влияет на реализацию социальных процессов и поведенческих моделей, характеризуемых тем или иным временным масштабом. Это справедливо для любых явлений, в том числе и экстремальных. Оценим возможности применения вышеизложенных наблюдений в отношении социальных процессов при анализе кондратьевских циклов.

За горизонтом пятой волны

Эксперты высказывают разные оценки в отношении стадии пятой волны, на которой сегодня находится цивилизация, момента завершения этого цикла, потенциальных драйверов грядущей шестой волны

Рис. 5. Подъемы и спады на Ближнем Востоке: 1925–2000*



* Вертикальная шкала отражает значения индекса Доу-Джонса, скорректированные с учетом инфляции посредством индекса потребительских цен, т. е. соотношение DJIA/CPI.

Рис. 6. Социальные настроения и события в Израиле: 1945–2010



и т. п. Заслуживает внимания исследование «The Sixth Kondratieff — Long Waves of Prosperity», проведенное в 2010 г. подразделением по глобальным инвестициям немецкого страхового гиганта Allianz [Allianz, 2010; Wilenius, 2011]. Его аргументы во многом перекликаются с выводами других работ, посвященных шестой кондратьевской волне [Moody, Nogrady, 2010; Alexander, 2002; Durden, 2011]. Ни в одной из них не затрагивается роль **X-событий как фактора, потенциально влияющего** на реализуемость, сроки и характер проявления очередной долгосрочной волны.

По мнению исследователей Allianz, драйверы шестой кондратьевской волны будут происходить из двух источников [Allianz, 2010]. Первый обусловлен сдвигами в *спросе*, ставшими следствием глобализации и демографических процессов, второй — инновациями и тенденциями, стимулирующими *предложение*. Последний включает экологические технологии (экотренды), био- и нанотехнологии (сверхмалые структуры) и целостный подход к здравоохранению (holistic health). Эти первичные движущие силы порождают субдрайверы, связанные с миграцией капитала из Северной Америки и Европы в Азию и переходом от наращивания производительности труда в рамках пятой волны к повышению его качества за счет увеличения результативности и эффективности использования энергии и природных ресурсов. Далее авторы оценивают, какие секторы экономики будут успешны в подобных условиях, когда и каким образом цивилизация подойдет к пику шестой кондратьевской волны. Логика исследователей опирается на существующие и ожидаемые мегатренды. Драйверы спроса — глобализация и демографические процессы — останутся актуальными на протяжении многих лет, хотя с наступлением в 2007–2008 гг. финансового кризиса глобализация явно замедлилась, а в отдельных регионах мира даже обратилась вспять. Перспективы мегатенденций, влияющих на ресурсное обеспечение, не столь однозначны. Активно обсуждаются энергетические и экологические проблемы, такие как глобальное потепление и освоение возобновляемых энергоисточников, которые, по-видимому, перерастут в полномасштабные тенденции. Другие возникающие драйверы предложения — нанотехнологии и комплексное здравоохранение — в краткосрочной

перспективе выглядят весьма реалистичными, а в контексте шестой волны их будущее более туманно. Тренды, будь то реальные или потенциальные, со временем меняются, а агентами перемен обычно выступают X-события.

Далее проанализируем каждый из потенциальных генераторов шестой кондратьевской волны и выдвинем предположения об экстремальных факторах, способных им помешать. Мы не ставим под сомнение реализуемость сценариев, изложенных в докладе Allianz, и не утверждаем, что любой катаклизм произойдет со сто процентной или иной вероятностью. Это всего лишь возможные феномены, которые не следует игнорировать, воспринимая их как «научную фантастику». Они *могут* произойти, и, фактически, некоторые из них уже проявились в той или иной форме. При их повторной реализации сценарий шестой волны будет значительно отличаться от картины, представляемой сегодня экспертами и футурологами.

В табл. 2 обобщены потенциальные мегатренды шестой волны и их «оппоненты» — X-события.

Глобализация

Каждой стадии мирового «круговорота» человеческих, финансовых, материальных и прочих ресурсов сопутствуют определенные факторы сложности. В условиях глобализации у корпораций появились многочисленные инструменты (степени свободы) как для производства существующих продуктов и разработки новых, маркетинга и т. п., так и для выбора места и времени их применения. Транснациональные игроки управляют системами колоссального уровня сложности. В то же время система, охватывающая все население планеты и представленная национальными правительствами, отказалась от сложных механизмов регулирования размеров пошлин на товары, пересекающие границы. В целом, государства добровольно понизили степень сложности собственной системы управления бизнес-процессами до минимума. Вследствие нарастания дисбаланса сложности между бизнесом и правительством увеличилась и социальная напряженность, вызванная ростом безработицы в западных странах. В настоящее время мы наблюдаем эффекты этого неравновесия: США прилагают все усилия по восстановлению за-

Табл. 2. **Потенциальные драйверы шестой кондратьевской волны и X-события, способные им воспрепятствовать**

Глобальный тренд	Подрывные X-события
Глобализация	<ul style="list-style-type: none"> • Изменения в глобальных социальных настроениях/убеждениях • Схлопывание финансовых пузырей • Растущий дисбаланс сложности между имущими и неимущими
Демографические процессы	<ul style="list-style-type: none"> • Вирусы, атакующие растительность • Гибель пчел • Сокращение растительного многообразия • Засухи • Эрозия почв • Водный дефицит
Экотренды	<ul style="list-style-type: none"> • Новый ледниковый период • Крах Интернета
Сверхмалые структуры	<ul style="list-style-type: none"> • Генетически модифицированный урожай и организмы, порождающие смертоносные заболевания и проблемы для здоровья человека • Самовоспроизведение нанообъектов, загрязняющих окружающую среду • Технологическая сингулярность, при которой машины станут доминировать над человеком, игнорируя его интересы
Комплексное здравоохранение	Любой из вышеперечисленных факторов

нятости после финансовой рецессии 2007 г., а Европа столкнулась с еще более серьезным кризисом, не говоря уже о расколе общества, обусловленном критически высокими уровнями безработицы, прежде всего в Греции, Италии, Испании и Португалии.

Дисбаланс между США и Китаем наглядно свидетельствует: нетто-экспортеры вроде Китая вынуждены мириться с текущей оценкой стоимости своих национальных денежных единиц. В свою очередь, нетто-импортеры, такие как США, должны девальвировать собственную валюту. Ревальвация уравнивает поток товаров и денежных средств, что нежелательно для экспортеров, стремящихся ей воспрепятствовать. Политики не смогли урегулировать эту проблему. Но если они не способны решить какую-либо задачу за определенный срок, за них это делают финансовые рынки. Результат такого выравнивания игрового поля не будет оптимальным. Это еще один случай дисбаланса сложности, который, вероятно, будет устранен за счет X-события, а именно, масштабной девальвации американского доллара, ужесточения протекционистского законодательства и иных действий, которые лишь ускорят глубокую дефляционную депрессию в мировой экономике.

Базовую проблему глобализации отражает устройство Евросоюза, образование которого преследовало «объединяющую» цель. Римское соглашение 1957 г. было ратифицировано на фоне активизации дискуссий между правительствами европейских стран о необходимости политической консолидации. Несмотря на затянувшиеся дебаты по поводу проекта Евроконституции, история ЕС до настоящего момента неуклонно развивалась по восходящей. Однако с недавних пор усилились сепаратистские и «локализационные» настроения, проявляющиеся в нежелании успешных европейских экономик финансировать более слабые, намерения восстановить границы и лимитировать поток нежелательных мигрантов из Балканского региона, Турции и др.

Если организация либо государство сталкивается с непростой задачей, традиционный способ ее решения — повышение уровня сложности управленческой структуры. Чаще всего это приводит к усилению бюрократической волокиты. По мере накопления проблем управленческий аппарат расширяется до тех пор, пока все ресурсы организации не станут расходоваться на поддержку существующей структуры. Однажды она оказывается бессильной компенсировать «разрыв сложности» и терпит крах. Этот процесс проиллюстрирован американским археологом Дж. Тайнтером [Tainter, 1988] на историях отдельных цивилизаций.

Приведенные рассуждения в очередной раз показывают, что когда две (или более) системы находятся во взаимодействии, то дисбаланс сложности между ними нарастает до критического уровня и ликвидируется в результате наступления катаклизма, что стало причиной краха репрессивных режимов в Тунисе и Египте. В обоих случаях этому способствовал прогресс системы, ранее обладавшей низким уровнем сложности, — гражданского общества, за счет распространения современных каналов коммуникации, включая социальные сети. Власть не сумела ни воспрепятствовать усложнению социальной системы, ни приспособиться к нему.

Естественным результатом стало X-событие — скоротечная и насильственная смена правящего режима.

Действие этого принципа подтверждает и ситуация с ЕС. Участников Еврозоны можно рассматривать как систему, взаимодействующую с глобальной экономикой. Страны, не входящие в Еврозону, располагают более разнообразными инструментами для ответа на меняющиеся экономические условия: управление экспортом валюты, регулирование процентных ставок, торговых тарифов и т. п. Их политической системе присуща высокая степень сложности, определяемая широтой спектра действий. В отличие от них, участники единого валютного пространства в значительной мере «связаны по рукам», поскольку не могут действовать автономно, а вынуждены «играть в унисон», следуя директивам Европейского Центробанка. В результате нарастает неравновесие между системами с высоким (государства, не относящиеся к ЕС) и низким (страны Еврозоны) уровнями сложности. Предоставление займов успешными экономиками Еврозоны странам-должникам, наряду с другими мерами ЕЦБ по устранению дисбаланса сложности, очевидно, приведет к обесцениванию «сильных» денег вслед за «слабыми», что усиливает риск экстремального события — коллапса евро, а возможно, и самого ЕС.

Изложенные примеры сигнализируют: феномен глобализации как потенциальный драйвер шестой кондратьевской волны не гарантирует «легкого успеха». Существует много сценариев, обращающих рассматриваемый процесс вспять, равно как и ведущих к распаду ЕС. Все это лишь укрепляет убежденность значительной части мирового сообщества, что в долгосрочной перспективе жить станет труднее. Усиление локализации заставляет предположить, что, защищаясь от глобального «шторма», страны вновь закроют национальные границы и вернуться к прежним моделям.

Демографические процессы

В социальной сфере объектами прогнозирования, как правило, являются изменения соотношений между разными возрастными когортами, миграционные перемещения из одной географической области в другую и иные динамичные перемены. Такие процессы занимают многие десятилетия. Кратковременные флуктуации на фоне кажущегося неизбежным прогресса выглядят просто «шумом». К неприятным сюрпризам из категории X-событий, способным ниспровергнуть подобный демографический прогноз, относятся «четыре всадника апокалипсиса» — голод, эпидемии, разрушение и смерть.

Эпидемии и пандемии. Сопровождают человечество на протяжении всей истории и в обозримой перспективе не собираются отступать. Вот лишь некоторые случаи массовых вспышек инфекционных заболеваний за последние два тысячелетия:

- «*Антонинова чума*» (165–180 гг.). Эпидемия оспы, опустошившая Рим более чем за десятилетие; на своем пике уносила до 5000 жизней в день. Предположительное число погибших — 5 млн чел.
- «*Юстинианова чума*» (541–750 гг.). По неподтвержденным данным, вспышка бубонной чумы

в раннем Средиземноморье. Из Египта инфекция быстро распространилась на Константинополь, затем Европу и Азию. Согласно хроникам того времени, в пиковый период погибали до 10 тыс. чел. в день. Людские потери на территориях, охваченных вирусом, составили от четверти до половины населения.

- «Черная смерть» (XIV–XV вв.). Пандемия бубонной чумы в Европе, на Ближнем Востоке, Китае и Индии, «убившая» почти 100 млн чел. за двухсотлетний период.
- «Испанский грипп» (1918–1919 гг.). Самая опустошительная эпидемия в истории, распространению которой способствовало перемещение войск в ходе Первой мировой войны. Ориентировочное число жертв — 100 млн чел. В отличие от «черной смерти», которой для достижения аналогичного результата понадобились столетия, «испанке» хватило всего шесть месяцев. Если спроецировать эту цифру на наши дни и учесть, что население Земли с 1918 г. выросло почти в четыре раза, заболевание с тем же уровнем летальности сегодня может унести жизни около 350 млн чел.
- СПИД (1981 — наст. вр.). За период наблюдений общее число умерших достигло 25 млн чел. и продолжает увеличиваться.

Представляют интерес источники и время появления этих смертоносных заболеваний. Согласно недавнему исследованию Н. Вольфа и его коллег [Wolfe et al., 2007], наиболее значимые из них возникли сравнительно недавно. По большей части, они появились лишь после зарождения сельского хозяйства. В упомянутой работе выделены несколько стадий развития, проходя которые, патоген, изначально поражающий лишь животных, начинает атаковать людей. Основная идея исследования заключается в том, что заболевания, вызывающие эпидемии, могут исходить из источников, с которыми человечество ранее не сталкивалось.

С позиций усиления дисбаланса сложности, ведущего к X-событию, картина достаточно ясна. Имеются две взаимодействующие системы — патоген и иммунная система человека. Уровень сложности первой определяется способностями микроба к преодолению иммунной защиты, второй — возможностями иммунной системы противостоять таким атакам. Пока «вооруженность» обеих систем сопоставима, инфицирования не происходит. Проблема возникает, когда патоген эволюционирует быстрее, чем иммунная система успевает среагировать. Если неравновесие касается значительной части населения, возникает угроза всплеска инфекционной заболеваемости. При адаптации иммунной системы к патогену и его обезвреживании равновесие восстанавливается. Но скорость развития и усложнения противостоящих систем может сильно различаться, что создает предпосылки к возникновению пандемии.

Голод. Крупные сельскохозяйственные производители жестко лимитированы в плане генетического разнообразия и используют лишь несколько сортов семян, а иногда единственный. Поражение этого конкретного

сорта заболеванием потенциально ведет к краху всей системы продовольственных поставок. Чаще всего вирус поражает растительность — начальный уровень пищевой цепочки, но не исключено его распространение и на другие ее звенья.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (UN Food and Agriculture Organization, FAO) на февраль 2011 г., индекс потребительской корзины³ вырос на 2.2% по сравнению с предыдущим месяцем и установился на высочайшей отметке за более чем двадцатилетний период осуществления мониторинга цен на продовольствие [Bogdanski et al., 2011]).

Колоссальное повышение цен на продукты питания за последние пять лет, по-видимому, обусловлено факторами, определяющими последовательное сокращение поставок продовольствия и резкое увеличение спроса на него. По мнению авторов онлайн-образовательного курса «Economics 101»⁴, сочетание этих двух базовых тенденций с легкостью опустошит продовольственный бюджет любого домохозяйства. Негативную динамику предложения в сельскохозяйственном производстве определяют:

- **Дефицит воды.** Интенсивная эксплуатация подземных водных резервуаров в последние десятилетия во многих странах, включая Китай, Индию и США, привела к искусственному раздуванию производства продовольствия. Так, Саудовская Аравия обеспечивала собственные потребности в пшенице на протяжении более чем 20 лет. Из-за возникшего дефицита подземных вод для орошения в ближайшие годы урожайность пшеницы здесь может сойти на нет.
- **Эрозия почв и потеря плодородных земель.** По оценкам экспертов, для одной трети мировых запасов плодородных угодий темпы деградации пахотного слоя превышают скорость естественного восстановления. В северо-западном Китае и западной Монголии формируется громадный «пыльный котел», по сравнению с которым песчаные бури в США времен Великой депрессии покажутся мизерными. Они нарастают и в Центральной Африке, приводя к сокращению урожая зерновых и вынуждая фермеров оставлять земледелие.
- **Экстремальные погодные и климатические явления.** Глобальное потепление — не надуманная проблема, рост температур продолжается. По расчетам, каждый дополнительный градус Цельсия сверх оптимума для вегетационного периода приводит к потерям 10% урожая зерновых. Фотографии выжженных пшеничных полей в России в результате летней засухи 2010 г. — визуальное свидетельство вклада климатических изменений в резкое падение урожайности.
- **Повышение цен на нефть.** Мы имеем дело со вторым «нефтяным шоком», наряду с тем который испытываем, заправляя автомобиль на бензоколонке. Он заключается в резком росте цен на пищевые жиры — пальмовое, соевое, кукурузное и другие растительные масла. Увеличение стоимости не-

³ Характеризует цены на основные продовольственные продукты — пшеницу, молоко, масло и сахар.

⁴ См., например, <http://freedomandprosperity.org/videos/economics-101-series/> (дата обращения 15 декабря 2012 г.).

фтепродуктов также оказывает сильное влияние на снабжение продовольствием, поскольку нефть «задействована» в каждом звене цепочки поставок. Подмечено, что «почва — это естественный источник преобразования нефти в пищу».

Что касается драйверов спроса, в мире сегодня увеличивается дефицит трех потребительских ресурсов первой необходимости — воды, энергии и пищи. Ожидается, что к 2030 г. численность мирового населения достигнет 8 млрд чел., в результате спрос на воду вырастет на 30%, потребности в энергии и продовольствии — на 50%. Чрезвычайную нагрузку испытывает и высоко индустриализированная глобальная продовольственная система. По оценкам демографов, с ростом населения разрыв между поставками и спросом только увеличится, что вызовет массовый голод в наиболее населенных и беднейших частях света.

Экотренды

Многие проблемы, относящиеся к рыночным трендам и экологии, связаны с меняющимися климатическими условиями, дефицитом нефти и эффективностью использования имеющихся ресурсов. Вряд ли можно опровергнуть предположение, что в предстоящие десятилетия глобальный климат станет на несколько градусов теплее, учитывая очевидный общий рост летних температур в северном полушарии, сопровождаемый усилением засух и лесных пожаров. И все же существует ряд факторов, в потенциале ведущих не к потеплению, а к похолоданию. Многие климатологи называют трехсотлетний временной промежуток с середины XVI в. до середины XIX в. «**малым ледниковым периодом**». В течение этого времени зимы в Европе и Северной Америке были заметно холоднее; лондонская Темза и каналы в Нидерландах часто замерзали. Даже в Турции в результате климатических изменений предположительно в 1622 г. замерзла южная часть Босфорского залива. В 1607 г. лед на озере Верхнем в Северной Америке держался до июня, а зимой 1780 г. толщина ледового покрова в Нью-Йоркской гавани сделала возможным пешее перемещение из Манхэттена в Стейтен-Айленд. В Европе к концу XVII в. **уровень сельскохозяйственного производства снизился настолько, что горные жители были вынуждены довольствоваться хлебом, приготовленным из смеси толченой ореховой скорлупы с ячменем и толокном. Особые трудности испытывало население Французских Альп, где даже в августе ледники прирастали каждый день на расстояние ружейного выстрела, а когда они отступили, оставленные ими территории оказались совершенно непригодными для земледелия** [Fagan, 2001].

Для других частей мира, особенно южного полушария, похолодание описано не так детально. Однако анализ океанских осадочных кернов антарктического происхождения, обнаруженных в Африке, показывает, что ледниковый период проявился и там.

Специалисты выделяют «внешние» и «внутренние» потенциальные предпосылки нового глобального похолодания. Первая группа обусловлена изменением солнечной активности и характера вращения Земли. Сюда входят:

- *Расширение земной орбиты.* В настоящее время Земля движется вокруг Солнца по орбите, близкой к круговой. Это означает, что количество солнечной радиации, падающей на планету, остается практически неизменным на протяжении года, хотя из-за наклона земной оси некоторые регионы получают больше солнечной энергии. Но земная орбита медленно расширяется, и примерно через 50 тыс. лет обретет форму эллипса. Тогда среднее значение потока солнечной радиации уменьшится. Эксперты полагают, что это и есть основная причина ледниковых периодов.

- *Изменения угла наклона земной оси.* Ось земного вращения расположена не перпендикулярно плоскости орбиты, а под некоторым наклоном, что приводит к смене времен года. Но ось медленно меняет угол наклона, смещаясь к вертикальному положению. Когда оно будет достигнуто, зимы станут теплее, а летние периоды — холоднее, таяние льда летом уменьшится. К счастью, ось вращения обретет вертикальное положение не раньше, чем через 20 тыс. лет.

- *Колебания земной оси.* Когда волчок теряет энергию, его ось начинает колебаться, перед тем как он упадет. Аналогичным образом ведет себя Земля, период колеблющегося вращения которой занимает около 23 тыс. лет. Некоторые исследователи убеждены — колебание ведет к изменению температуры поверхности Земли, что также может вызвать длительное похолодание.

«Внутренние» причины связывают, во-первых, с «большим океанским конвейером» — течением Гольфстрим, движущим теплую воду из экваториальных регионов через Атлантику в Северную Европу. Если оно прекращается, допустим, за счет поступления большого количества талой воды в Северную Атлантику в результате глобального потепления, то повторение феномена, подобного «малому ледниковому периоду», вполне ожидаемо. К другим внутрипланетарным факторам относятся:

- *Вулканическая активность.* В результате извержений «супервулканов», наподобие произошедшего в Йеллоустоунском национальном парке более 600 тыс. лет назад, в атмосферу выбрасываются колоссальные объемы сажи, газа и пыли, солнечный свет блокируется на многие годы, и остывшая Земля погружается в ледниковый период.

- *Истощение атмосферного слоя.* По ряду причин, включая сокращение антропогенных выбросов парниковых газов, диоксид углерода и метан могут исчезнуть из атмосферы. При этом Земля потеряет тепловую защиту, и ее «накроет» экстремальным холодом.

Наконец, еще один потенциальный «генератор» — *ядерная война* — имеет антропогенное происхождение. Взрывы атомных бомб произведут эффект, аналогичный извержению супервулкана: наступит длительная «ядерная зима».

Новый ледниковый период не единственный экстремальный феномен, способный блокировать «эко-трендовый» сценарий. Важная предпосылка к осуществлению последнего — повышение эффектив-

ности применения технологических инноваций, относящихся к пятой кондратьевской волне, для обработки информации и управления новыми энергетическими структурами в условиях шестой волны. Ряд исследователей сходятся во мнении, что предстоящей волне будет сопутствовать усовершенствованная система распределения электроэнергии — «умная энергосеть» (smart grid), менее централизованная, но требующая существенного повышения эффективности управления.

Выделяются три компонента smart grid [Allianz, 2010]:

- «интеллектуальный» учет (smart metering), позволяющий измерять производство и потребление электроэнергии в реальном времени, на уровне отдельных субъектов;
- сетевой интеллект (grid intelligence) — инфраструктура, обеспечивающая эффективный баланс между производством и потреблением;
- программы «умного» управления данными, обеспечивающие автоматический контроль выставления счетов и другой информации, ассоциированной с энергосетью.

Для функционирования smart grid требуется, прежде всего, высокоскоростной Интернет. Это весьма сомнительная «опора» для системы энергоснабжения страны, не говоря уже о планетарном масштабе. Подробнее с факторами, которые могут привести к краху Интернета, можно ознакомиться в работе [Casti, 2012].

Сверхмалые структуры

Распространено мнение, что решающий вклад в упомянутый выше прирост производительности внесут прорывы в био- и нанотехнологиях. Прогнозируется создание новых материалов и процессов, повышающих экологичность экономики за счет уменьшения потребления энергии и ресурсов. Но, как и в случае с другими чрезмерно оптимистическими сценариями, инвесторам демонстрируется лишь одна сторона медали. Чтобы получить более полное представление о вероятных последствиях внедрения «сверхмалых структур», ее нужно проанализировать с точки зрения X-событий.

Большинство исследователей микромиров фокусируются на трех динамично развивающихся технологических направлениях — генной инженерии (Genetic engineering), нанотехнологиях (Nanotechnology) и роботостроении (Robotics), нередко объединяемых термином «проблема GNR».

- *Генная инженерия.* Около 10–20 лет тому назад манипулирование ДНК растений и животных позволило создать организмы с адаптированными свойствами, такие как устойчивые к заболеваниям овощи или более упитанные сельскохозяйственные животные. Развитие генных технологий в перспективе позволит создавать более «совершенных» людей. Вместе с тем высказываются тревожные предположения, что генетическая манипуляция, выйдя из-под контроля, приведет к спонтанному размножению искусственных видов.
- *Нанотехнологии.* Сегодня интенсивно разрабатываются инструменты управления материей на

молекулярном и атомном уровнях, определяемые общим термином «нанотехнологии». Они предполагают, например, использование сконструированных молекул для очищения закупоренных артерий (наномедицина), в качестве переключателей в электронных устройствах (наноэлектроника) и для создания микромашин для сборки принципиально новых видов продуктов (нанопроизводство). Специалисты по этике и футурологи опасаются, что наноустройства обретут способность к самовоспроизводству, а значит, каскадному размножению.

- *Роботостроение.* В течение последних десятилетий активно внедряются автоматизированные устройства для выполнения отдельных функций типа сварки автомобильных кузовов или вакуумирования пола в жилых помещениях. Имеется риск, что управляющая роботами программа, обладающая свойством автономного мышления (искусственный интеллект), станет неконтролируемой. Согласно закону Мура⁵, производительность вычислительных мощностей удваивается примерно каждые 18 месяцев, что делает указанный сценарий весьма реалистичным.

Любая из перечисленных угроз ведет к апокалиптическим эффектам, обусловленным выходом технологии из-под контроля человека и ее потенциалом к саморепликации. Растения-убийцы, нанообъекты или роботы поглощают все необходимые ресурсы для воспроизведения своих клонов, а люди утрачивают возможность управлять и попадают под господство продуктов собственной технологии.

До настоящего времени потенциально деструктивная технология вроде атомной бомбы могла использоваться лишь однажды: после применения ее приходилось воссоздавать заново. Технологи утверждают, что генно-модифицированные организмы, нанообъекты и роботы будут свободны от этого ограничения. Они смогут воспроизводиться невиданными темпами и масштабами. Когда критическая точка будет достигнута, человечество столкнется с коллапсом. Приблизительно в таком духе излагаются прогнозы технопессимистов вроде основателя Sun Microsystems Б. Джоя, который советует ввести серьезные ограничения на исследования в областях GNR, чтобы предотвратить развитие столь опасного сценария [Joy, 2000].

Футурологи-теоретики, в том числе Р. Курцвайль [Kurzweil, 2005] и В. Виндж [Vinge, 1993], полагают, что экстраполяция закона Мура на последующие несколько десятилетий приведет к «технологической сингулярности». Курцвайль выделяет шесть эпох в процессе эволюции, начиная с зарождения информации в атомных структурах. Сейчас, по его мнению, человечество переживает «эпоху 4», где технологический потенциал позволяет воплощать информационные процессы в дизайне аппаратного и программного обеспечения, и готовится перейти в «эпоху 5» — слияния технологии и человеческого интеллекта. В этой точке технология обретет биологические свойства — прежде всего самовосстановление и самовоспроизведение. Постепенно

⁵ Закон получил название в честь основателя Intel Г. Мура, сформулировавшего его в 1965 г. — Прим. ред.

подобные качества станут присущими всей технологической базе, созданной человеком. «Эпоха б» (сингулярность) наступит, когда имеющиеся знания интегрируются с информационно-обрабатывающими мощностями технологий (машин).

Радикально настроенные футурологи заявляют, что подобное слияние позволит преодолеть многие проблемы — болезни, ограниченность природных ресурсов, бедность, голод. Но также предупреждают о возникающих беспрецедентных возможностях использования технологий в деструктивных целях, отмечая, что сюжеты многих научно-фантастических фильмов могут стать реальностью.

Перечисленные варианты потрясений, связанные с развитием сверхмалых структур, являются источниками сценариев шестой кондратьевской волны, в корне отличающихся от тех, что рисуются сегодня футурологами.

Комплексное здравоохранение

С позиций шестой кондратьевской волны здравоохранение рассматривается не как статья затрат, а как драйвер экономического роста. Новые продукты и услуги ориентируются на *поддержку* здоровья, а не восстановление, включая инновации в медицинских технологиях, разработку «здоровой» пищи и других органических продуктов. Появятся новые сектора экономики, сфокусированные на профилактике, и другие аналогичные социальные и экономические структуры.

Большинство желаемых трендов, отмеченных ранее, связаны с быстрорастущей сегментацией населения развитых стран по возрастным группам. Доля затрат на здравоохранение, связанная с увеличением продолжительности жизни, как прогнозируется, вырастет с примерно 16% всех затрат на охрану здоровья населения в 2005 г. до 27% в 2050 г. [European Commission, 2006]. Очевидные катаклизмы на пути этого процесса — войны, голод, болезни. Любой из них способен радикально сократить прирост отношения пожилого населения к молодому либо обратить его вспять. Драйверам предложения угрожает еще и ряд X-факторов, бло-

кирующих создание новых медицинских технологий, развитие инфраструктуры поддержания здоровья и «меркантилизацию» здравоохранения.

Многочисленные преимущества для медицины связываются с разработками в сферах био- и нанотехнологий. Типичная иллюстрация — «адресные» лекарственные препараты, вводимые наноносителями в кровотоки. Препградой для развития таких секторов могут стать X-события, вызванные уже упоминавшимися побочными эффектами био- и наноразработок.

Что касается профилактики, провайдеры услуг здравоохранения уже взимают дополнительные суммы с клиентов, обслуживание которых сопряжено с повышенными затратами. Риски становятся дифференцированными, и, например, для курильщиков страховка обойдется дороже. Аналогичной практикой руководствуются при страховании жилья, взимая повышенную плату за здания, расположенные в зонах высокого риска (прибрежные территории, подверженные ураганам, или сейсмоопасные зоны). Управление здравоохранением все больше напоминает частный бизнес, а не регулируемую государством услугу. Любое потрясение, вроде финансового кризиса 2007–2008 гг., с легкостью нарушит хрупкий экономический баланс между организациями здравоохранения, законодателями, регуляторами и потребителями, развернув прогресс вспять.

Наконец, наблюдается смещение акцентов на поддержку здоровья, предлагаются новые продукты и услуги, стимулирующие здоровый образ жизни. К ним относятся программы фитнеса, здоровое питание, превентивная медицина и т. п. Индивидуальные программы формируются на основе информации из многочисленных источников, в доступе к которой нуждаются поставщики медицинских услуг. Препятствием для реализации указанных трендов, скорее всего, станут крах Интернета [Casti, 2012].

Таким образом, на пути развития комплексного здравоохранения может оказаться практически любое из перечисленных ранее X-событий, угрожающих другим драйверам предложения в рамках шестой кондратьевской волны.

- Alexander M. (2002) *The Kondratieff Cycle*. Lincoln, NE: Writer's Club Press.
- Allianz (2010) *The Sixth Kondratieff — Long Waves of Prosperity*. Munich: Allianz Global Investors.
- Bogdanski A., Dubois O., Jamieson C., Krell R. (2011) *Making Integrated Food-Energy Systems Work for People and Climate: An Overview*. FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper № 45. Rome: UN Food and Agricultural Organisation. Режим доступа: <http://www.fao.org/docrep/013/i2044e/i2044e.pdf> (дата обращения 10 января 2013 г.).
- Casti J. (2010) *Mood Matters: From Rising Skirt Lengths to the Collapse of World Powers*. New York: Copernicus Books.
- Casti J. (2012) *X-Events: The Collapse of Everything*. New York: HarperCollins, Morrow.
- Durden T. (2011) *The Coming "New World Order" Revolution: How Things Will Change in the Next 20 Years — A Kondratieff Cycle Perspective*. Zero-Hedge. Режим доступа: <http://www.zerohedge.com/article/coming-new-world-order-revolution-how-things-will-change-next-20-years-kondratieff-cycle> (дата обращения 6 июля 2011 г.).
- European Commission (2006) *The impact of ageing on public expenditure: Projections for the EU25 Member States on pensions, health care, longterm care, education and unemployment transfers (2004–2050)*. Special Report № 1/2006. Режим доступа: http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/publication6654_en.pdf (дата обращения 15 ноября 2012 г.).
- Fagan B. (2001) *The Little Ice Age: How Climate Made History, 1300–1850*. New York: Basic Books.
- Galasiewski M. (2010) *Mood in the Middle East: A Historical Perspective*. Режим доступа: <http://www.socioeconomics.net/free-reports/1012/Mood-In-The-Middle-East.aspx> (дата обращения 14 октября 2012 г.).
- Joy B. (2000) *Why the Future Doesn't Need Us // Wired*. Issue 8.04 (April). Режим доступа: <http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy.html> (дата обращения 14 января 2013 г.).
- Kendall P. (2005) *Israeli Forces Block Protest March on Gaza*. Режим доступа: http://www.sociotimes.com/archives/2005/07/israeli_forces.aspx (дата обращения 25 октября 2012 г.).
- Kendall P. (2006) *President Lula: The Boy from Brazil Is Back*. Режим доступа: http://www.sociotimes.com/archives/2006/03/president_lula.aspx (дата обращения 17 сентября 2012 г.).
- Kurzweil R. (2005) *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. New York: Penguin Books.
- Moody J., Nogrady B. (2010) *The Sixth Wave*. Sydney: Random House.
- Schumpeter J. (1942) *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York: Harper & Brothers.
- Tainter J. (1988) *The Collapse of Complex Societies*. New York: Cambridge University Press.
- Vinge V. (1993) *The Coming Technological Singularity // Whole Earth Review* (Winter issue). P. 88–95. Режим доступа: <http://www.wholeearth.com/issue-electronic-edition.php?iss=2081> (дата обращения 22 декабря 2012 г.).
- Wilenius M. (2011) *Leadership in the Sixth Wave*. Helsinki: Kauppalehti publications (in Finnish).
- Wolfe N., Dunavan C., Diamond J. (2007) *Origins of Major Human Infectious Diseases // Nature*. № 447 (17 May). P. 279–283.

X-Events as Determinants of the Sixth Kondratieff Wave

John Casti

Co-founder, The X-Center (Austria). Address: Trattnerhof 2, Top 211, 1010 Vienna, Austria. E-mail: casti@xevents.com

Abstract

Many experts believe that our civilization is on the verge of shifting to a new long-term economic cycle — the sixth Kondratieff wave. Increasing diffusion and convergence of ICT, bio- and nanotechnologies, movements favoring «green» technologies and business models and holistic health, among others, are typically viewed as drivers of the new wave. The majority of futurists tend to look favorably upon these supposed trends, ways of resolving major challenges facing mankind. Others, including the author of this paper, argue that there are risks related to the development of new technologies, as well as factors of natural and social origin, which may impede the implementation of rosy scenarios. Implied is a reference to so-called «extreme events» (X-events) — hardly predictable, often unexpected short-term phenomena, whose intervention reverses the current trend in an opposite direction and may cause huge destructive effects.

Their occurrence is pre-determined by a set of matured contextual prerequisites (primarily the complexity gap between governing system and addressed challenges, as well as changing social mood) and the random factor playing a role of a catalyst.

Using the complexity theory, the author evaluates the ability of a number of extreme factors to disrupt the abovementioned megatrends driving the sixth Kondratieff wave. Events and processes, such as global climate change, epidemics, famine, collapse of the Internet, and enslavement of human artificial intelligence, may produce scenarios that are totally different from those projected by most experts. However, as shown in the paper, the ability to predict and diligently consider the possible X-events followed by adoption of appropriate measures may allow the prevention or at least diminution of the devastating impact of such events.

Keywords

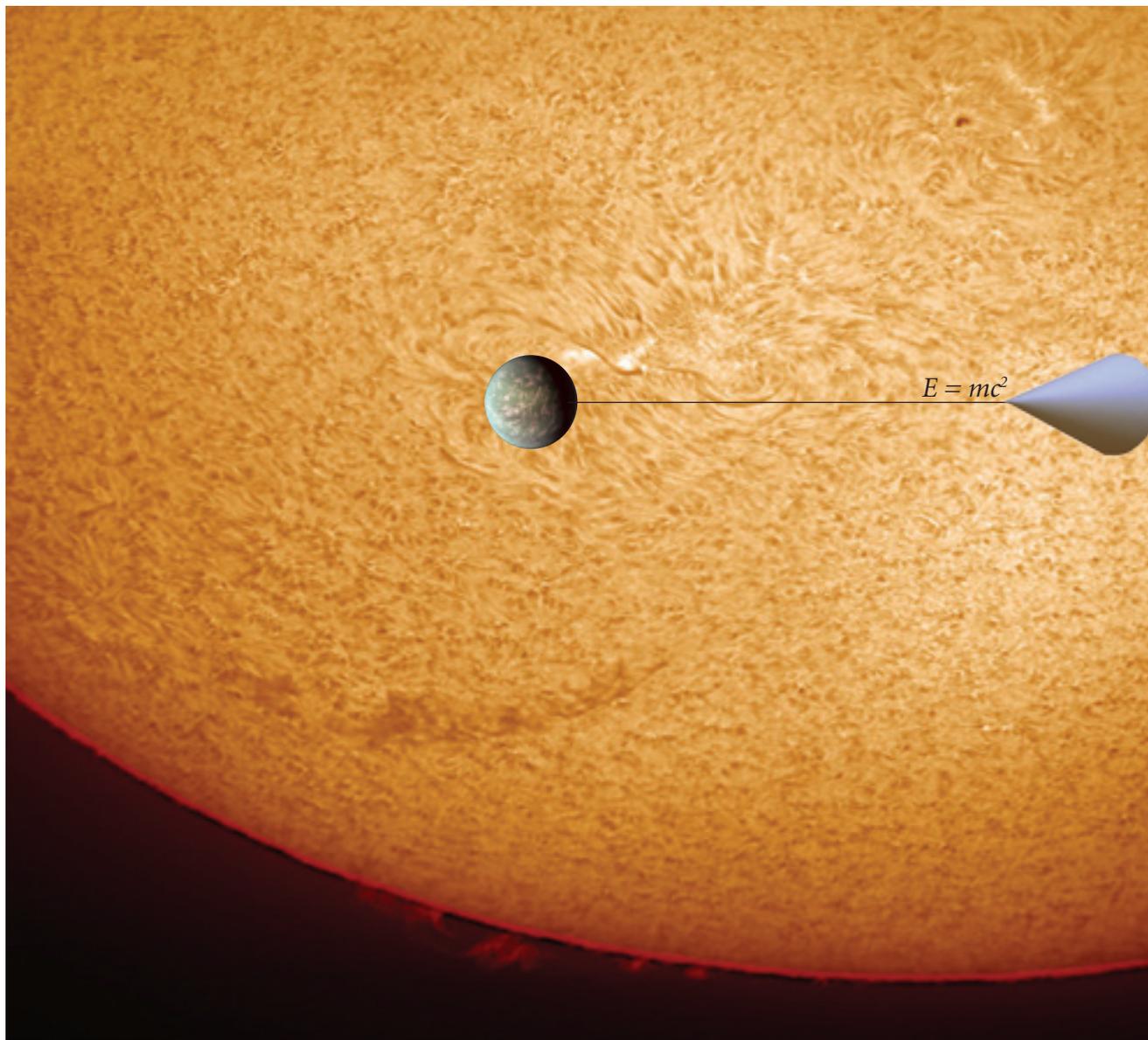
Kondratieff cycles; Sixth Kondratieff Wave; X-event; social mood; trigger; critical point; trend; changing context; complexity gap

References

- Alexander M. (2002) *The Kondratiev Cycle*, Lincoln, NE: Writer's Club Press.
- Allianz (2010) *The Sixth Kondratieff — Long Waves of Prosperity*, Munich: Allianz Global Investors.
- Bogdanski A., Dubois O., Jamieson C., Krell R. (2011) *Making Integrated Food-Energy Systems Work for People and Climate: An Overview* (FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper no 45), Rome: UN Food and Agricultural Organisation. Available at: <http://www.fao.org/docrep/013/i2044e/i2044e.pdf> (accessed 10 January 2013).
- Casti J. (2010) *Mood Matters: From Rising Skirt Lengths to the Collapse of World Powers*, New York: Copernicus Books.
- Casti J. (2012) *X-Events: The Collapse of Everything*, New York: HarperCollins, Morrow.
- Durden T. (2011) *The Coming 'New World Order' Revolution: How Things Will Change in the Next 20 Years — A Kondratieff Cycle Perspective*, Zero-Hedge. Available at: <http://www.zerohedge.com/article/coming-new-world-order-revolution-how-things-will-change-next-20-years-kondratieff-cycle> (accessed 6 July 2011).
- European Commission (2006) *The impact of ageing on public expenditure: Projections for the EU25 Member States on pensions, health care, longterm care, education and unemployment transfers (2004–2050)* (Special Report no 1/2006). Available at: http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/publication6654_en.pdf (accessed 15 November 2012).
- Fagan B. (2001) *The Little Ice Age: How Climate Made History, 1300–1850*, New York: Basic Books.
- Galasiewski M. (2010) *Mood in the Middle East: A Historical Perspective*. Available at: <http://www.sociotimes.net/free-reports/1012/Mood-In-The-Middle-East.aspx> (accessed 14 October 2012).
- Joy B. (2000) Why the Future Doesn't Need Us. *Wired*, Issue 8.04 (April). Available at: <http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy.html> (accessed 14 January 2013).
- Kendall P. (2005) *Israeli Forces Block Protest March on Gaza*. Available at: http://www.sociotimes.com/archives/2005/07/israeli_forces.aspx (accessed 25 October 2012).
- Kendall P. (2006) *President Lula: The Boy from Brazil Is Back*. Available at: http://www.sociotimes.com/archives/2006/03/president_lula.aspx (accessed 17 September 2012).
- Kurzweil R. (2005) *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*, New York: Penguin Books.
- Moody J., Nogrady B. (2010) *The Sixth Wave*, Sydney: Random House.
- Schumpeter J. (1942) *Capitalism, Socialism and Democracy*, New York: Harper & Brothers.
- Tainter J. (1988) *The Collapse of Complex Societies*, New York: Cambridge University Press.
- Vinge V. (1993) The Coming Technological Singularity. *Whole Earth Review* (Winter issue), pp. 88–95. Available at: <http://www.wholeearth.com/issue-electronic-edition.php?iss=2081> (accessed 22 December 2012).
- Wilenius M. (2011) *Leadership in the Sixth Wave*, Helsinki: Kauppalehti publications (in Finnish).
- Wolfe N., Dunavan C., Diamond J. (2007) Origins of Major Human Infectious Diseases. *Nature*, no 447 (17 May), pp. 279–283.

Энергетическая сингулярность: от ограниченности к изобилию

Х.Л. Кордейро*



Начавшийся недавно переход от невозобновляемых ресурсов к альтернативным источникам энергии, очевидно, будет непростым. Тем не менее, ряд ученых убеждены, что освоение энергии Солнца и космического пространства откроет доступ к безграничным запасам практически бесплатной энергии. В основе этой точки зрения лежит принцип «ускоряющегося ускорения», наблюдаемый в других секторах, таких как информационные технологии.

В статье анализируются возможности его приложения к энергетике. По мнению автора, достижение «энергетической сингулярности» (энергулярности) поставит окончательную точку в решении проблем глобального энергопотребления и выведет цивилизацию на радикально новый уровень развития.

* Хосе Луис Кордейро — консультант по энергетике, Университет сингулярности (Singularity University) в Кремниевой долине (Калифорния, США); председатель, Венесуэльский узел Millennium Project.
E-mail: jose.cordeiro@singularityu.org

Адрес: NASA Research Park, Building 20, S. Akron Rd., MS 20-1 Moffett Field CA 94035-0001, USA.

Ключевые слова

энергетика;
альтернативные источники энергии;
сингулярность;
развитие цивилизации;
шкала Кардашева

«Суть жизни — это энергия разума».
Аристотель, ок. 350 г. до н.э.

Человек и энергия

Существует множество теорий, объясняющих отличие человека от иных биологических видов. Среди всех млекопитающих ему присущи максимальные значения соотношения масс головного мозга и тела, а также коэффициента энцефализации. В чем причина этого факта? Одни ученые обосновывают его способностью человека передвигаться на двух ногах, другие — наличием лингвистической коммуникации и умением пользоваться инструментами, изобретать технологии. Однако вышеперечисленные характеристики свойственны и некоторым животным, включая большинство приматов, по крайней мере, на самом примитивном уровне. Хотя, в отличие от человека, ни одно животное не может пользоваться огнем — первой формой энергии, добытой из внешнего источника (экстрасоматическая энергия).

Доказано, что почти 2 млн лет назад «ранний» человек уже использовал огонь для приготовления пищи, но управлять им он научился лишь около 500 тыс. лет назад. Этот «навык» радикально изменил его образ жизни: огонь давал свет, тепло, возможность готовить еду с полезными свойствами, защищал от хищников.

Освоение огня стало фундаментальным событием, определившим дальнейшее развитие цивилизации. С тех пор уровень энергопотребления растет почти экспоненциально. Вплоть до XVIII в., помимо огня, использовались такие формы экстрасоматической энергии, как тяговая сила животных, ветряные мельницы, гидроэнергия, различные типы биомассы. Источники менялись в зависимости от времени и географической локации.

В последние два столетия перемены в сфере производства и потребления энергии существенно ускорились. Показательный пример — США, где до конца XVIII в. большую ее часть добывали путем сжигания дерева и другой биомассы. С распространением угольной промышленности в XIX в. ситуация начала постепенно меняться. Последовало развитие нефтяной индустрии в XX в., сменившееся «волной» относительного роста газового сектора в XXI столетии.

Поскольку переход на новые источники происходил все быстрее, каждая волна была короче предыдущей (рис. 1). Подобные энергетические циклы прослеживаются и в других регионах мира. Они иллюстрируют

тенденцию к «декарбонизации» — переходу от топлива с высоким содержанием углерода к ресурсам с повышенной долей водорода (на начальном этапе — древесина, далее уголь, нефть, газ и, наконец, вероятно, — водородная и солнечная энергия).

В основе солнечной энергии лежит ядерный синтез водорода и гелия. Из известных элементов водород является самым легким и распространенным (на его долю приходится почти 75% совокупной массы химических элементов и свыше 90% в терминах количества отдельных атомов). Таким образом, энергетическую эволюцию можно рассматривать не только как «декарбонизацию», но и как «гидрогенизацию».

В последние два десятилетия солнечная энергетика развивается по экспоненте. На отдельных рынках она уже достигает « сетевого паритета» (grid parity), ввиду более привлекательной цены по сравнению с ископаемыми топливами даже в районах со сравнительно низким уровнем солнечного излучения. Согласно большинству прогнозов, этот тренд продолжится и в дальнейшем радикально преобразует структуру энергобаланса, в котором Солнце будет единственным «поставщиком». Процесс развития солнечной энергетике продемонстрирован на рис. 2.

Переход от дефицитных ископаемых топлив к возобновляемым и широко распространенным ресурсам уже начался, однако он будет не простым. Эпоха углеводородов, скорее всего, подходит к концу — по словам саудовского политика А. Заки-Ямани, «каменный век закончился не потому, что не осталось камня, и нефтяная эра завершится задолго до того, как будут исчерпаны мировые запасы нефти»¹.

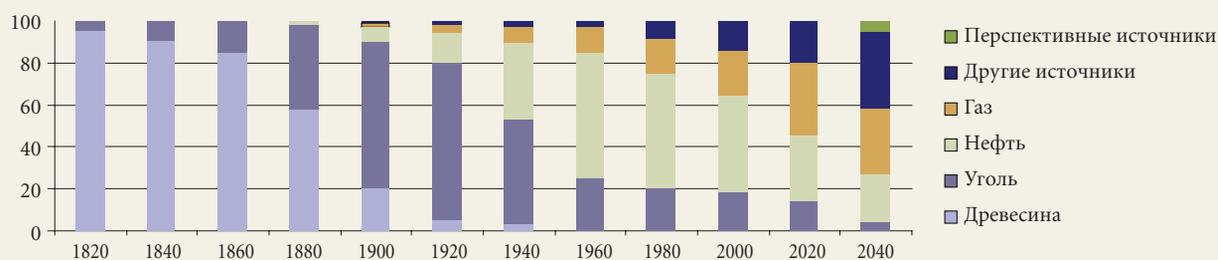
Энернет

«Мы овладеем не только атомной энергией; настанет день, когда нам подчинятся приливы, отливы и солнечные лучи».

Т. Эдисон, 1921 г.

В середине XX в. Р. Фуллер выразил убеждение, что следует говорить не об энергетическом кризисе, а скорее о кризисе невежества. Проведенные им исследования продемонстрировали возможность полного удовлетворения энергетических потребностей без использования ископаемого топлива и атомной энергии [Fuller, 1981]. Фуллер разработал концептуальное понятие — «энергетические рабы» (energy slaves), иллюстрирующее стремительное улучшение качества жизни за счет расширенного

Рис. 1. Энергетические «волны» в США: ретроспективная динамика и прогноз структуры энергопотребления (%)



Источник: составлено автором по материалам [Glenn, Gordon, 2010].

¹ См., например: The future of energy: The end of the Oil Age // Economist.com (23 October). Режим доступа: <http://www.economist.com/node/2155717> (дата обращения 01 ноября 2012 г.).

Рис. 2. Рост индустрии солнечной энергетики*



* Расчеты произведены исходя из ежегодного прироста производства в размере 35% и кривой роста производительности 18%. Затраты на фотовольтаику основаны на значениях коэффициента полезного действия (18%) и учетной ставки (7%).

Источник: [Sachs, Serdy, 2006].

доступа к дешевым и распространенным источникам энергии, а также замену человеческого труда технологиями в производстве товаров и услуг. Так, в 1950 г. одного человека в среднем обслуживали 38 подобных «рабов», и с развитием технологий их количество будет расти, что является ключевым аспектом фуллеровской идеи «ускоряющегося ускорения» (accelerating acceleration). Фуллер в 1970-е гг. первым разработал концепцию глобальной энергетической сети, которая должна связывать распределенные возобновляемые ресурсы, «подключая» к ним все население планеты и способствовать тем самым повышению уровня жизни. Многие ученые поддержали эту идею, в том числе Р. Меткалф, предложивший для обозначения такой сети термин «Энернет» (по аналогии с Интернетом), отметив в качестве ее ключевых свойств многослойную архитектуру, стандарты и потенциал для аккумуляции энергии [Metcalf, 2007]. Интернет обладает гигантским потенциалом хранения данных, чего нельзя сказать о действующих энергосетях. Именно этот фактор является основным препятствием для развития Энернета и «умных энергосетей». Вместо концентрации усилий на выработке энергии приходится уделять внимание ее аккумуляции [Maryniak, 2012]. Задачу аккумуляции на ближайшие 20 лет способны решить новые, легко тиражируемые разработки, вроде жидкометаллических батарей.

Такие возобновляемые источники, как солнце и ветер, позволяют создавать более децентрализованные системы, в которых основным активом остаются местные накопители. Подобно Интернету, Энернет может произвести колоссальный сетевой эффект. Обладая высоким аккумуляционным потенциалом, он обеспечит баланс энергопотребностей различных регионов, преобразит производство, потребление, хранение и утилизацию энергии, содействуя переходу к «чистой» энергии и возобновляемым источникам [Metcalf, 2007]. Первые «умные» энергосети уже продемонстрировали

повышенную эффективность и надежность передачи энергии. Предполагается, что развитие технологий вне сет вклад в дальнейшее совершенствование всех стадий энергетического цикла — от генерации до использования.

Китай, например, уже разрабатывает «умные» сети; не исключено, что вскоре за ним последует Индия. Поскольку обе страны являются крупнейшими энергетическими рынками, они становятся первопроходцами в данном направлении.

На смену традиционным «производителям» нефти и соответствующих инфраструктур придут новые игроки, а вместо «чистых» производителей энергии появятся так называемые «протребители» (prosumers), обладающие более широкими возможностями в управлении энергией.

В табл. 1 сформулированы основные преимущества Энернета по сравнению с традиционными энергосистемами.

Согласно Меткалфу, удешевление информации и расширение способов ее передачи стало возможным за счет «консервирования», путем сжатия данных, пакетной коммутации, мультиплексных и буферных терминалов, что позволило оказывать онлайн-услуги практически бесплатно. Спустя десятилетия темпы эксплуатации коммуникационных каналов только увеличились, а пропускная способность выросла в миллион раз. Аналогично, Энернет способен обеспечить экспоненциальный рост энергопотребления. Решение проблемы энергоснабжения приведет к избытку энергии. Сегодня все еще сложно предположить наличие избыточного количества почти бесплатной энергии, но именно так произошло со многими предметами потребления. Люди все время опасаются истощения природных ресурсов. Парадоксально, но технологическая ретроспектива доказывает обратное — все сырьевые ресурсы становятся все более доступными [Simon, 1996].

Табл. 1. Сравнительные характеристики Энернета и традиционных энергосетей

	Традиционные энергосети	Энернет
Общая характеристика энергосети	«Примитивная»	«Умная»
Сосредоточенность источников	Централизованные	Распределенные
Производительность систем	Неэффективные	Эффективные
Устойчивость	Низкая	Высокая
Потенциал аккумулирования	Низкий потенциал	Высокий
Качество энергии	«Грязная»	«Чистая»
Оперативность реагирования	Медленное	Быстрое
Энергоресурсы	Ископаемое топливо	Возобновляемые источники
Актеры	Традиционные «большая нефть» и коммунальные системы	Новые игроки и предприниматели
Контролирующие субъекты	Производители	«Протребители»
Доступность энергоресурсов	Ограниченная (вынуждает экономить)	Изобилие
Стоимость энергии	Дорогая	Дешевая

Источник: составлено автором по материалам [Metcalfe, 2007].

Заслуживает внимания и сравнение энергетики с индустрией связи. В начале XIX в. высокой стоимостью характеризовался телеграф, а к концу того же столетия — телефоны: первоначально цена нескольких минут трансатлантических разговоров превышала 100 долл. В настоящее время, благодаря Skype и другим подобным сервисам звонить можно практически бесплатно. По словам шведского предпринимателя Н. Зеннстрема, ставшего одним из основателей Интернет-телефонии на базе Skype, «Телефон — технология столетней давности... Пришло время перемен. Брать плату за телефонные звонки — это прошлый век» [Lasica, 2004].

Тарифы на телефонную связь снижались очень быстро, причем на фоне постоянного роста потребления телекоммуникационных услуг. Подобный процесс сравним с долгосрочным падением цен на энергию (напомним, ее потребление, как и информации, характеризуется экспоненциальным ростом).

Так, У. Нордхаус рассчитал историческую динамику стоимости освещения, выраженной в рабочих часах на 1000 люмен-часов² [Nordhaus, 1997]. Сравнив примерную стоимость костров в пещерах «пекинского человека» (сжигание дерева), ламп неолитического (животный жир и растительное масло) и вавилонского (кунжутное масло) периодов и проанализировав трудозатраты на производство и эксплуатацию свечей, масляных, керосиновых ламп, газового и электрического освещения, он сделал вывод, что цены на освещение неуклонно уменьшались по экспоненте, особенно в последние 100 лет. Однако стандартные индексы не учитывают отдельные случаи их радикального снижения [DeLong, 2000]. Рис. 3 демонстрирует колоссальное (до 10 тыс. раз) падение затрат на освещение в течение всей истории. В предыдущем столетии подобные изменения были более значительными, хотя рост производства энергии также носил экспоненциальный характер.

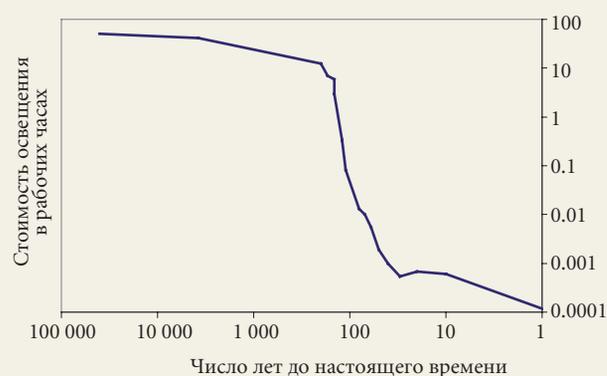
Аналогичные стремительные перемены характеризуют производство полупроводников. Экспоненциальный рост мощности и сопутствующее снижение затрат здесь описывают законом Мура³, который гласит, что удвоение числа транзисторов на компьютерной микросхеме

имеет место каждые два года (хотя в последнее время этот период сократился до 18 месяцев). На рис. 4 приведена кривая, иллюстрирующая закон Мура. С конца 1990-х гг. прослеживается дальнейшее ускорение такой тенденции.

Закон Мура и аналогичные предположения, которые на самом деле отнюдь не являются законами физики, применимы ко многим другим процессам, включая:

- снижение удельных затрат на производство транзисторов;
- увеличение плотности при минимальных затратах на один транзистор;
- повышение производительности вычислений при сокращении себестоимости единицы продукции;
- уменьшение потребления энергии в новых моделях полупроводников;
- экспоненциальный рост затрат на хранение единицы информации на жестком диске;
- ускорение роста мощности оперативной памяти;
- быстрое наращивание пропускной способности сети;
- экспоненциальное снижение удельной стоимости одного пикселя.

Рис. 3. Стоимость освещения (рабочих часов на 1000 люмен-часов)



Источник: составлено автором по материалам [Nordhaus, 1997; DeLong, 2000].

² Люмен — единица измерения светового потока.

³ См. сноску 5 к статье Д. Касти «Экстремальные события как детерминанты шестой кондратьевской волны» в настоящем номере (с. 69). — Прим. ред.

Рис. 4. Закон Мура



В частности, в производстве флэш-памяти USB справедлив закон Хванга (Hwang’s Law)⁴, согласно которому объем памяти подобных устройств удваивается каждые 12 месяцев [Kim, 2008]. Закон Мура, предположительно, будет актуален еще минимум 20 лет, пока транзисторы не уменьшатся до одного нанометра.

Благодаря распространению «мирного атома» начиная с 1950-х гг. производство и потребление энергии в развитых странах резко увеличилось при одновременном снижении ее стоимости.

В свое время Л. Стросс, тогдашний председатель Комиссии по атомной энергии США (US Atomic Energy Commission), отмечал: «Нашим детям электричество будет обходиться настолько дешево, что не понадобятся счетчики» [Cohn, 1997], имея в виду водородные термоядерные реакторы, планы по развитию которых пока еще не воплотились. Его прогноз опередил свое время, однако имеется вероятность, что вскоре он сбудется.

«Энергулярность»

«Важно понять, что природа энергии современной физике неизвестна».

Р. Фейнман, 1964

Идея сингулярности известна науке на протяжении многих лет. Так, существуют математические (деление на ноль) и физические сингулярности (черная дыра). Концепция «технологической сингулярности» (скачкообразное развитие интеллекта) определяется как достижение превосходства искусственного интеллекта над естественным. Над этой темой работали И. Гуд в 1960-е гг. [Good, 1965] и В. Виндж в 1980-е гг., предсказавший, что «в течение тридцати лет появятся технологии создания сверхчеловеческого интеллекта» [Vinge, 1993].

Учение о технологической сингулярности было популяризировано с выходом бестселлера Р. Курцвайля

«На пороге сингулярности: люди выходят за пределы биологии» [Kurzweil, 2005], где была описана новая эра — слияния технологий и человеческого интеллекта. Автор прогнозирует, что к 2029 г. искусственный интеллект пройдет «тест Тьюринга» (Turing Test), а в 2045 г. наступит эпоха технологической сингулярности, в которой искусственный интеллект по проникаемости сравняется с человеческим, а затем превзойдет его благодаря ускоренному развитию информационных технологий и способности машин мгновенно обмениваться знаниями. Интеллектуальные нанороботы будут внедрены в человеческий организм и окружающую среду, что позволит решать сложные социальные и экологические проблемы. Радикально увеличится продолжительность жизни; чувства будут погружены в виртуальную реальность, а человеческий разум станет значительно мощнее. В результате люди, создающие технологии, тесно переплетутся с самим процессом технологической эволюции.

Курцвайль применил закон Мура не только к современным и будущим компьютерным технологиям, но и к неинформационным. Выведенный им «Закон ускорения отдачи» (Law of Accelerating Returns) предполагает экспоненциальное ускорение технологического прогресса в целом: «Как только та или иная технология приблизится к определенному барьеру, появляется новая, позволяющая его преодолеть» [Kurzweil, 1999].

Подобные сдвиги парадигмы, отмечает Курцвайль, станут обычным явлением, а смена технологий — настолько быстрой и радикальной, что в корне перевернет ход человеческой истории: «Анализ истории технологий показывает, что технологическое развитие осуществляется не “интуитивно линейно”, а экспоненциально. При современных темпах в течение XXI в. столетие прогресса будет равнозначно предыдущим двадцати тысячам лет. Экспоненциальный рост характерен для скорости обработки информации, экономической эффективности и темпов самого экспоненциального роста... Последствиями этого станут слияние биологического и искусственного интеллекта, появление бессмертных программируемых индивидуумов со сверхспособностями...» [там же].

О. де Грей выдвинул идею «мафусаильности» (methuselarity)⁵ — биogerонтологического эквивалента сингулярности, который возникнет, когда медицинские технологии получат настолько стремительное развитие, что продолжительность жизни ежегодно будет увеличиваться больше, чем на один год. Методики омоложения позволят решить проблему старения, а темпы устранения поломок в организме опередят процесс их появления. Необходимые темпы развития де Грей определил как «скорость высвобождения долголетия» (longevity escape velocity), достижение которой и приведет к «мафусаильности» [de Gray, 2008].

По аналогии с технологической сингулярностью и мафусаильностью можно предложить термин «энергетическая сингулярность» («энергулярность», energularity), описывающий экспоненциальный характер роста энергопотребления. Пользуясь шкалой российского астрофизика Н. Кардашева, мы определяем «энергулярность» как момент достижения человечеством

⁴ Назван в честь вице-президента Samsung.

⁵ Мафусаил — библейский персонаж, прославившийся своим долголетием: он прожил 969 лет. — Прим. ред.

уровня «цивилизации первого типа»⁶. В табл. 2 приведены значения мощности различных источников энергии (от минимальных до максимальных) и их соответствие шкале Кардашева. Хотя указанные значения характеризуют мощность, это не должно вызывать проблем, поскольку мощность представляет собой количество энергии, приходящееся на единицу времени: один

ватт (Вт, стандартная единица мощности в системе СИ) определяется как один джоуль (Дж, стандартная единица энергии СИ) в секунду⁷.

В соответствии со шкалой Кардашева цивилизация первого типа располагает примерно 174×10^{15} Вт энергии; второго — 385×10^{24} Вт; а третьего — 5×10^{36} Вт. Цифры сильно варьируют, поскольку планеты, солнечные

Табл. 2. Энергетическая шкала и типы цивилизаций Кардашева

Пример	Мощность	Экспоненциальное представление
Мощность радиосигнала космического зонда Galileo, переданного с Юпитера	10 зВт	10×10^{-21} Вт
Минимальный различимый сигнал для радиоприемника диапазона FM	2.5 фВт	2.5×10^{-15} Вт
Среднее энергопотребление клетки человеческого организма	1 пВт	1×10^{-12} Вт
Примерное энергопотребление кварцевых наручных часов	1 мкВт	1×10^{-6} Вт
Лазер в CD-ROM приводе	5 мВт	5×10^{-3} Вт
Ориентировочное энергопотребление человеческого мозга	30 Вт	30×10^0 Вт
Мощность типичной домашней осветительной лампы накаливания	60 Вт	60×10^0 Вт
Среднее энергопотребление организма взрослого человека	100 Вт	100×10^0 Вт
Пиковое энергопотребление процессора Pentium 4	130 Вт	130×10^0 Вт
Выходная мощность (работа плюс тепло) активно работающего человека	500 Вт	500×10^0 Вт
Мощность типичной микроволновой печи	1.1 кВт	1.1×10^3 Вт
Мощность, получаемая от Солнца на орбите Земли, на 1 м ²	1.366 кВт	1.366×10^3 Вт
Среднедушевое энергопотребление в мире в 2010 г.	2.3 кВт	2.3×10^3 Вт
Средняя выходная мощность фотосинтеза на 1 км ² поверхности океана	3.3–6.6 кВт	$3.3\text{--}6.6 \times 10^3$ Вт
Среднедушевое энергопотребление в США в 2010 г.	12 кВт	12×10^3 Вт
Средняя выходная мощность фотосинтеза на 1 км ² поверхности суши	16–32 кВт	$16\text{--}32 \times 10^3$ Вт
Примерный диапазон выходной мощности типичного автомобиля	40–200 кВт	$40\text{--}200 \times 10^3$ Вт
Пиковая выходная мощность голубого кита	2.5 МВт	2.5×10^6 Вт
Механическая выходная мощность дизельного локомотива	3 МВт	3×10^6 Вт
Среднее энергопотребление самолета Boeing 747	140 МВт	140×10^6 Вт
Пиковая выходная мощность авианосца высшего класса	190 МВт	190×10^6 Вт
Электрическая выходная мощность типичной атомной электростанции	1 ГВт	1×10^9 Вт
Мощность, получаемая от Солнца на орбите Земли, на 1 км ²	1.4 ГВт	1.4×10^9 Вт
Электрическая выходная мощность электростанции «Три ущелья» (Three Gorges) в Китае	18 ГВт	18×10^9 Вт
Энергопотребление первой ступени ракеты Saturn V	190 ГВт	190×10^9 Вт
Потребление электроэнергии в США в 2010 г.	0.5 ТВт	0.5×10^{12} Вт
Потребление электроэнергии в мире в 2010 г.	2.0 ТВт	2.0×10^{12} Вт
Валовое энергопотребление в США в 2010 г.	3.7 ТВт	3.7×10^{12} Вт
Совокупное энергопотребление в мире в 2010 г.	16 ТВт	16×10^{12} Вт
Средний совокупный тепловой (геотермальный) поток из недр Земли	44 ТВт	44×10^{12} Вт
Суммарный мировой объем производства энергии путем фотосинтеза	75 ТВт	75×10^{12} Вт
Тепловая энергия, высвобождаемая ураганом	50–200 ТВт	$50\text{--}200 \times 10^{11}$ Вт
Совокупный объем энергии ветра (оценка)	870 ТВт	870×10^{12} Вт
Самый мощный в мире лазерный импульс	1.2 ПВт	1.2×10^{15} Вт
Тепловой поток, транспортируемый Гольфстримом (оценка)	1.4 ПВт	1.4×10^{15} Вт
Валовая мощность, получаемая Землей от Солнца (подвластна цивилизации I типа)	174 ПВт	174×10^{15} Вт
Световая мощность Солнца (управляется цивилизацией II типа)	385 ИВт	385×10^{24} Вт
Примерная световая мощность галактики Млечный путь (доступна для использования цивилизацией III типа)	5×10^{36} Вт	5×10^{36} Вт
Примерная световая мощность квазара	1×10^{40} Вт	1×10^{40} Вт
Ориентировочная световая мощность локального сверхскопления	1×10^{42} Вт	1×10^{42} Вт
Примерная световая мощность вспышки гамма-излучения	1×10^{45} Вт	1×10^{45} Вт
Приблизительная световая мощность всех звезд в известной нам вселенной	2×10^{49} Вт	2×10^{49} Вт
Планковская мощность (базовая единица мощности в планковских единицах)	3.63×10^{52} Вт	3.63×10^{52} Вт

Источник: составлено автором по материалам [Cordeiro, 2006].

⁶ Шкала Кардашева измеряет технологическое развитие цивилизации на основе количества энергии, которое цивилизация может использовать для своих нужд [Kardashev, 1964]. Шкала является лишь гипотетической и, с точки зрения современной цивилизации, очень спекулятивной. Вместе с тем, она отражает энергопотребление всей цивилизации в космической перспективе. В ней выделены три категории, называемые соответственно тип I, II и III. Цивилизация I типа использует все доступные ресурсы, имеющиеся на ее родной планете; цивилизация II типа — контролирует всю энергию своей звезды; III типа — собственной галактики.

⁷ Поскольку можно руководствоваться показателями как мощности, так и энергии, то вместо «энергичности» применимо и определение «мощнолярности» (powergularity), однако первый термин представляется более предпочтительным и поэтому используется в настоящей статье.

системы и галактики радикально отличаются по световой мощности, размеру и иным параметрам. С большой натяжкой можно заключить, что в распоряжении цивилизации первого типа имеется около 10^{16} Вт, второго — 10^{26} Вт и третьего — 10^{36} Вт (степень может различаться на один-два порядка в ту или иную сторону). В свою очередь, К. Саган [Sagan, 1973, 1977] в качестве альтернативы классификации Кардашева предложил пользоваться логарифмической шкалой. Согласно ей, в настоящее время человечество находится примерно в точке 0.72, а значение 1.0 соответствует статусу цивилизации I типа, который, по прогнозам М. Каку, реально достижим через 100–200 лет [Kaku, 2005]. В работе последнего упоминаются различные системы двигателей, доступные разным цивилизационным уровням (табл. 3).

Очевидно, что космическое пространство таит в себе практически безграничные запасы энергии. Достижение «энергулярности» и переход к цивилизации первого типа позволит освоить солнечную систему, галактику, а затем и более далекие пространства Вселенной. На данном этапе космос все еще воспринимается как пустынное, враждебное пространство, и тем не менее, это — неосвоенная территория, потенциал которой побудит человечество к очередной фундаментальной созидательной трансформации [Zubrin, 1999].

Другие авторы расширяют концепцию Кардашева. Например, цивилизация четвертого типа может контролировать энергию сверхскопления галактик (примерно 10^{42} Вт) [Moorcock, 1976; Parkin, 2005; Swirski, 2006], пятого — всей Вселенной, шестого — нескольких вселенных (практически бесконечное количество энергии). Наконец, цивилизация седьмого типа будет иметь возможность произвольно создавать вселенные и использовать их в качестве источников энергии [Cohen, Stewart, 2002, и др.]. Отметим, что подобные сценарии для современной научной мысли воспринимаются как фантастика.

За гранью «энергулярности»

«Каждая звезда в небе напоминает: термоядерную энергию можно получить из водорода и других легких элементов, что является обыденной реальностью для галактики Млечного пути».

К. Саган, 1991 г.

Изначально «энергулярность» и типы цивилизаций Кардашева определялись на основе совокупного

количества доступной энергии. Солнце постоянно доставляет на Землю в 10 тыс. раз больше энергии, чем потребляется сегодня: 174 ПВт (1.74×10^{17} Вт) против 16 ТВт (1.6×10^{13} Вт). Солнечная энергия — несомненный «лидер», но далеко не единственный среди внешних доступных источников, способствующих достижению «энергулярности».

В табл. 4 продемонстрировано энергетическое содержание (удельная энергия, измеренная в мега-джоулях на килограмм, МДж/кг) некоторых материалов. Гидроэнергия была одним из первых «экстрасоматических» источников, освоенных человеком, но ее содержание крайне невелико: всего 0.001 МДж/кг для воды, находящейся на высоте 100 метров. Жмых, навоз животных и древесина оказались гораздо эффективнее: их энергетическое содержание варьирует от 10 до 16 МДж/кг. Затем пришла очередь угля, содержание энергии в котором, в зависимости от типа и качества, составляет 22–30 МДж/кг.

Сегодня основным источником энергии по-прежнему является углеводородное топливо, чье энергетическое содержание находится в диапазоне от 22 до 55 МДж/кг (например, метанол и метан). С середины XX в.

Табл. 4. Примерное энергетическое содержание различных материалов

Вид топлива	Энергетическое содержание (МДж/кг)
Вода, находящаяся за плотиной на высоте 100 м (гидроэнергия)	0.001
Свинцово-кислотная батарея	0.14
Ионно-литиевая батарея	0.7
Ионно-литиевая батарея с нанопроводами	2.5
Жмых (сахарного тростника)	10
Навоз животных	12–14
Древесное топливо ($C_6H_{10}O_5$) _n	14–16
Сахар ($C_6H_{12}O_6$, глюкоза)	16
Метанол (CH_3OH)	22
Уголь (антрацит, лигнит и т. п.)	22–30
Этанол (CH_3CH_2OH)	30
Сжиженный нефтяной газ	32–34
Бутанол ($CH_3(CH_2)_3OH$)	36
Биодизель	38
Оливковое масло ($C_{18}H_{34}O_2$)	40
Сырая нефть (средние значения)	42–44
Бензин	46
Дизель	48
Метан (CH_4 , газообразное топливо, в зависимости от степени сжатия)	55
Водород (H_2 , газообразное топливо, в зависимости от степени сжатия)	140
Ядерные изомеры (Ta-180m изомер)	41 340
Ядерные изомеры (Hf-178m2 изомер)	1 326 000
Ядерное деление (природный уран в реакторе на быстрых нейтронах)	86 000 000
Термоядерный синтез (водород, H)	300 000 000
Энергия связи гелия (He)	675 000 000
Эквивалентность массы и энергии (уравнение Эйнштейна $E = mc^2$)	89 880 000 000
Аннигиляция материи и антиматерии	180 000 000 000

Источник: составлено автором по материалам [Cordeiro, 2006].

Табл. 3. Типы двигателей, доступные различным уровням цивилизаций

Уровень цивилизации по шкале Кардашева	Типы двигателей
0	<ul style="list-style-type: none"> Химические ракеты Ионные двигатели Приводы на основе ядерного деления Электромагнитные двигатели (рельсотроны)
I	<ul style="list-style-type: none"> Прямоточные воздушно-реактивные двигатели Фотонные приводы
II	<ul style="list-style-type: none"> Приводы на основе антиматерии Нанозонды фон Неймана
III	<ul style="list-style-type: none"> Двигатели на основе планковской энергии

Источник: [Kaku, 2005].

некоторые страны используют атомную энергию; отдельные реакторы-размножители обеспечивают энергетическое содержание урана до 86 млн МДж/кг. Вероятно, в недалеком будущем, по мере приближения к «энергулярности» и статусу цивилизации I типа, главным источником станет ядерное деление, а затем и синтез.

Согласно Н. Кардашеву, наша цивилизация пока остается в статусе нулевого типа, но уже в следующем веке может произойти переход на первый уровень, а в ближайшие десятилетия появится возможность управлять термоядерной реакцией.

Для получения большего количества энергии предстоит полностью овладеть энергетическим содержанием материи и научиться конвертировать ее в энергию в соответствии с уравнением Эйнштейна.

Об энергетическом потенциале нашей планеты свидетельствуют следующие показатели: масса Земли равняется 5.98×10^{24} кг, что в теории дает энергетическое содержание в 5.37×10^{41} Дж. Одних лишь океанских вод достаточно для снабжения энергией цивилизации первого типа в течение длительного геологического периода. Гигантские запасы энергии на многие миллиарды лет содержит и Солнце, чья масса оценивается в 1.99×10^{30} кг,

или в теоретическом эквиваленте — 1.79×10^{47} Дж. Что касается доступной для наблюдения Вселенной, ее совокупная энергия массы достигает примерно 4×10^{69} Дж. Другими словами, недостатка энергии массы не наблюдается.

Согласно современным представлениям, обычная материя составляет лишь около 4% совокупной энергетической плотности известной части космоса; помимо нее имеется 22% темной материи и 74% темной энергии. С научной точки зрения, материя и энергия неуничтожимы, они лишь преобразуются в иные формы, следовательно, достижение «энергулярности» откроет доступ к практически неограниченному количеству энергии.

Для этого, несомненно, потребуются колоссальные инвестиции, смелое воображение, творчество и определенный уровень научно-технического развития. Наша цивилизация все еще пребывает в начальной стадии развития, и, если не произойдет непредвиденных событий вроде геополитических кризисов, ядерных войн, био-катастроф и т. п., наука и технологии продолжат расширять границы доступности Вселенной. Как сказал К.Э. Циолковский, «Земля — колыбель человечества, но нельзя вечно оставаться в колыбели».

F

- British Telecom (2005) Technology Timeline. London: British Telecom. Режим доступа: www.bt.com/technologytimeline (дата обращения 06 ноября 2012 г.).
- Chaisson E. (2005) *Epic of Evolution: Seven Ages of the Cosmos*. New York, NY: Columbia University Press.
- Clarke A. (1984) *Profiles of the Future: An Inquiry into the Limits of the Possible*. New York, NY: Henry Holt and Company.
- Cohen J., Stewart I. (2002) *Evolving the Alien: The Science of Extraterrestrial Life*. Ebury Press.
- Cohn S. (1997) *Too cheap to meter: An economic and philosophical analysis of the nuclear dream*. SUNY series in Radical Social and Political Theory. New York, NY: State University of New York Press.
- Cordeiro J. (2006) *Energy 2020: A Vision of the Future // Creating Global Strategies for Humanity's Future* / Ed. Timothy C. Mack. Bethesda, MD: World Future Society. P. 227–241.
- Cordeiro J. (2010) *The Future of Energy and the Energy of the Future*. San Francisco, CA: Singularity Institute for Artificial Intelligence.
- de Gray A. (2008) *The Singularity and the Methuselahity: Similarities and Differences*. Lorton, VA: Methuselah Foundation.
- DeLong J. (2000) *Cornucopia: The Pace of Economic Growth in the Twentieth Century*. NBER Working Paper 7602. Cambridge, MA: NBER.
- Dyson F. (1966) *The Search for Extraterrestrial Technology // Perspectives in Modern Physics*. New York, NY: John Wiley & Sons. P. 641–655.
- Foundation for the Future (2002) *The Next Thousand Years*. Bellevue, WA: Foundation for the Future.
- Foundation for the Future (2007) *Energy Challenges: The Next Thousand Years*. Bellevue, WA: Foundation for the Future.
- Fuller R. (1981) *Critical Path*. New York, NY: W.W. Norton & Company.
- Glenn J., Gordon T. (2010) *State of the Future 2010*. Washington, DC: The Millennium Project. Режим доступа: www.StateOfTheFuture.org (дата обращения 26 сентября 2012 г.).
- Good I. (1965) *Speculations Concerning the First Ultraintelligent Machine // Advances in Computers*. Vol. 6. Burlington, MA: Academic Press. P. 31–84.
- Hawking S. (2002) *The Theory of Everything: The Origin and Fate of the Universe*. New York, NY: New Millennium Press.
- Kahn H. et al. (1976) *The Next 200 Years: A Scenario for America and the World*. New York, NY: William Morrow and Company.
- Kaku M. (2005) *Parallel Worlds: The Science of Alternative Universes and Our Future in the Cosmos*. New York, NY: Doubleday.
- Kardashev N. (1964) *Transmission of Information by Extraterrestrial Civilizations // Soviet Astronomy*. Vol. 8. № 2. P. 217–221.
- Kim Y. (2008) *Hwang's Law Phased Out // The Korea Times* (09 September). Режим доступа: http://www.koreatimes.co.kr/www/news/biz/2008/09/123_30944.html (дата обращения 4 декабря 2012 г.).
- Kurian G., Molitor G. (1996) *Encyclopedia of the Future*. New York, NY: Macmillan.
- Kurzweil R. (1999) *The Age of Spiritual Machines*. New York, NY: Penguin Books.
- Kurzweil R. (2005) *The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*. New York, NY: Viking.
- Lasica J.D. (2004) *The Engadget Interview: Niklas Zennstrom of Skype* (08 November). Режим доступа: <http://www.jdlasica.com/tag/skype/> (дата обращения 5 декабря 2012 г.).
- Maryniak G. (2012) *Storage, Not Generation, is the Challenge to Renewable Energy // Forbes.com*. Режим доступа: <http://www.forbes.com/sites/singularity/2012/07/20/storage-not-generation-is-the-challenge-to-renewable-energy/> (дата обращения 24 ноября 2012 г.).
- Metcalf R. (2007) *The Enernet* (unpublished presentation). Режим доступа: gigaom.com/cleantech/bob-metcalf-welcome-to-the-enernet-1 (дата обращения 18 января 2012 г.).
- Moorcock M. (1976) *Tales From the End of Time*. Berkley Publishing.
- Nordhaus W. (1997) *Do Real Output and Real Wage Measures Capture Reality? The History of Lighting Suggests Not // The Economics of New Goods*. Chicago, IL: University of Chicago. P. 27–70.
- Parkin L. (2005) *The Gallifrey Chronicles*. BBC Books.
- Romm J. (2011) *Solar Power Much Cheaper to Produce Than Most Analysts Realize, Study Finds // ThinkProgress.org*. Режим доступа: <http://thinkprogress.org/climate/2011/12/11/387108/solar-power-much-cheaper-than-most-realize-study/> (дата обращения 24 ноября 2012 г.).
- Sachs E., Serdy J. (2006) *Light Capture from Solar Cell Bus Bars*. Paper presented at the Proceedings of the IEEE 4th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, Waikoloa, HI, May 2006.
- Sagan C. (1973) *The Cosmic Connection*. New York, NY: Doubleday.
- Sagan C. (1977) *The Dragons of Eden: Speculations on the Evolution of Human Intelligence*. New York, NY: Random House.
- Simon J. (1996) *The Ultimate Resource 2*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Swirski P. (2006) *The art and science of Stanislaw Lem*. McGill-Queen's Press.
- Vinge V. (1993) *The Coming Technological Singularity // Whole Earth Review* (Winter issue). P. 88–95.
- Wells H. (1902) *The Discovery of the Future // Nature*. Vol. 65. P. 326–331.
- Zubrin R. (1999) *Entering Space: Creating a Spacefaring Civilization*. New York, NY: Jeremy P. Tarcher/Putnam.

Energy Singularity: From Scarcity to Abundance

José Luis Cordeiro

Energy Advisor and Lecturer, Singularity University in Silicon Valley (California, USA), and Chair, Venezuela Node of The Millennium Project. Address: NASA Research Park, bld. 20, S. Akron Rd., MS 20-1 Moffett Field CA 94035-0001, USA.
E-mail: jose.cordeiro@singularityu.org

Abstract

The ability to extract and use energy played a decisive role in the development of human civilization. Energy consumption is growing exponentially, thus the only way to avoid future energy crisis is to explore renewable, more abundant sources.

It is known that some technology fields, particularly information and communication technologies, develop according to the “accelerating acceleration” principle. This paper analyzes the applicability of this pattern to energy production and consumption. It assumes that the development of advanced storage technologies and “smart” power distribution will lead to the creation of “global energy network” (Enernet). With the Enernet, energy

and power will become abundant and basically free, just like information and bandwidth are today thanks to the Internet. This creates the prerequisites for coming “energy singularity” (“energularity”), which could happen in the next century – in result the humanity will gain full control over all energy available on the planet, and will reach a new level of development (type I according to the Kardashev scale).

“Energularity” is similar in some ways to the concepts of the “technological singularity” (intelligence explosion) and “methuselarity” (annual longevity extension for more than one year). Achieving “energularity” seems fundamental to improving the global quality of life and to exploring the universe.

Keywords

energy; alternative energy sources; singularity; development of civilization; Kardashev scale

References

- British Telecom (2005) *Technology Timeline*, London: British Telecom. Available at: www.bt.com/technologytimeline (accessed 06 November 2012).
- Chaisson E. (2005) *Epic of Evolution: Seven Ages of the Cosmos*, New York, NY: Columbia University Press.
- Clarke A. (1984) *Profiles of the Future: An Inquiry into the Limits of the Possible*, New York, NY: Henry Holt and Company.
- Cohen J., Stewart I. (2002) *Evolving the Alien: The Science of Extraterrestrial Life*, Ebury Press.
- Cohn S. (1997) *Too cheap to meter: An economic and philosophical analysis of the nuclear dream* (SUNY series in Radical Social and Political Theory), New York, NY: State University of New York Press.
- Cordeiro J. (2006) Energy 2020: A Vision of the Future. *Creating Global Strategies for Humanity's Future* (ed. Timothy C. Mack), Bethesda, MD: World Future Society, pp. 227–241.
- Cordeiro J. (2010) *The Future of Energy and the Energy of the Future*, San Francisco, CA: Singularity Institute for Artificial Intelligence.
- de Gray A. (2008) *The Singularity and the Methuselarity: Similarities and Differences*, Lorton, VA: Methuselah Foundation.
- DeLong J. (2000) *Cornucopia: The Pace of Economic Growth in the Twentieth Century* (NBER Working Paper 7602), Cambridge, MA: NBER.
- Dyson F. (1966) The Search for Extraterrestrial Technology. *Perspectives in Modern Physics*, New York, NY: John Wiley & Sons, pp. 641–655.
- Foundation for the Future (2002) *The Next Thousand Years*, Bellevue, WA: Foundation for the Future.
- Foundation for the Future (2007) *Energy Challenges: The Next Thousand Years*, Bellevue, WA: Foundation for the Future.
- Fuller R. (1981) *Critical Path*, New York, NY: W.W. Norton & Company.
- Glenn J., Gordon T. (2010) *State of the Future 2010*, Washington, DC: The Millennium Project. Available at: www.StateOfTheFuture.org (accessed 26 September 2012).
- Good I. (1965) Speculations Concerning the First Ultraintelligent Machine. *Advances in Computers*, vol. 6, Burlington, MA: Academic Press, pp. 31–84.
- Hawking S. (2002) *The Theory of Everything: The Origin and Fate of the Universe*, New York, NY: New Millennium Press.
- Kahn H. et al. (1976) *The Next 200 Years: A Scenario for America and the World*, New York, NY: William Morrow and Company.
- Kaku M. (2005) *Parallel Worlds: The Science of Alternative Universes and Our Future in the Cosmos*, New York, NY: Doubleday.
- Kardashev N. (1964) Transmission of Information by Extraterrestrial Civilizations. *Soviet Astronomy*, vol. 8, no 2, pp. 217–221.
- Kim Y. (2008) Hwang's Law Phased Out. *The Korea Times* (09 September). Available at: http://www.koreatimes.co.kr/www/news/biz/2008/09/123_30944.html (accessed 4 December 2012).
- Kurian G., Molitor G. (1996) *Encyclopedia of the Future*, New York, NY: Macmillan.
- Kurzweil R. (1999) *The Age of Spiritual Machines*, New York, NY: Penguin Books.
- Kurzweil R. (2005) *The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*, New York, NY: Viking.
- Lasica J.D. (2004) *The Engadget Interview: Niklas Zennstrom of Skype* (08 November). Available at: <http://www.jdlasica.com/tag/skype/> (accessed 5 December 2012).
- Maryniak G. (2012) Storage, Not Generation, is the Challenge to Renewable Energy. *Forbes.com*. Available at: <http://www.forbes.com/sites/singularity/2012/07/20/storage-not-generation-is-the-challenge-to-renewable-energy/> (accessed 24 November 2012).
- Metcalf R. (2007) *The Enernet* (unpublished presentation). Available at: gigaom.com/cleantech/bob-metcalf-welcome-to-the-enernet-1 (accessed 18 January 2012).
- Moorcock M. (1976) *Tales From the End of Time*, Berkley Publishing.
- Nordhaus W. (1997) Do Real Output and Real Wage Measures Capture Reality? The History of Lighting Suggests Not. *The Economics of New Goods*. Chicago, IL: University of Chicago, pp. 27–70.
- Parkin L. (2005) *The Gallifrey Chronicles*, BBC Books.
- Romm J. (2011) Solar Power Much Cheaper to Produce Than Most Analysts Realize, Study Finds. *ThinkProgress.org*. Available at: <http://thinkprogress.org/climate/2011/12/11/387108/solar-power-much-cheaper-than-most-realize-study/> (accessed 24 November 2012).
- Sachs E., Serdy J. (2006) *Light Capture from Solar Cell Bus Bars*. Paper presented at the Proceedings of the IEEE 4th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, Waikoloa, HI, May 2006.
- Sagan C. (1973) *The Cosmic Connection*, New York, NY: Doubleday.
- Sagan C. (1977) *The Dragons of Eden: Speculations on the Evolution of Human Intelligence*, New York, NY: Random House.
- Simon J. (1996) *The Ultimate Resource 2*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Swirski P. (2006) *The art and science of Stanislaw Lem*, McGill-Queen's Press.
- Vinge V. (1993) The Coming Technological Singularity. *Whole Earth Review* (Winter issue), pp. 88–95.
- Wells H. (1902) The Discovery of the Future. *Nature*, vol. 65, pp. 326–331.
- Zubrin R. (1999) *Entering Space: Creating a Spacefaring Civilization*, New York, NY: Jeremy P. Tarcher/Putnam.

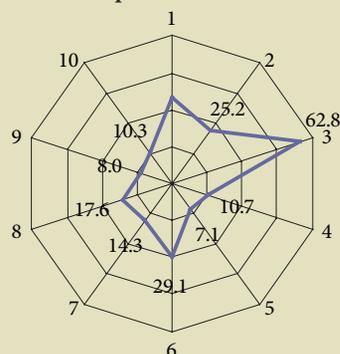
ИНДИКАТОРЫ

Инновационная активность организаций по видам экономической деятельности: 2011 (%)

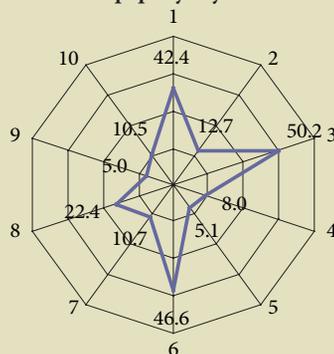
	Совокупный уровень инновационной активности	Удельный вес организаций, осуществлявших инновации отдельных типов, в общем числе организаций		
		технологические	организационные	маркетинговые
Всего по промышленному производству	11.1	9.6	3.5	2.5
Добывающие производства	8.4	6.8	3.9	0.7
Обрабатывающие производства	13.3	11.6	4.1	3.4
Высокотехнологичные	30.1	28.0	9.3	6.7
Среднетехнологичные высокого уровня	19.7	17.6	6.3	4.6
Среднетехнологичные низкого уровня	13.1	11.5	3.9	2.4
Низкотехнологичные	7.7	6.3	2.2	2.6
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	5.6	4.7	1.6	0.4
Всего по сфере услуг	9.2	7.8	3.0	1.9
Связь	13.8	11.1	4.6	5.5
Деятельность, связанная с использованием вычислительной техники и информационных технологий	9.2	7.9	2.8	1.2
Научные исследования и разработки	29.8	28.8	8.5	4.6
Предоставление прочих видов услуг	4.9	3.6	1.9	0.9

Структура организаций, осуществлявших технологические инновации, по видам инновационной деятельности: 2011 (%)

Организации промышленного производства

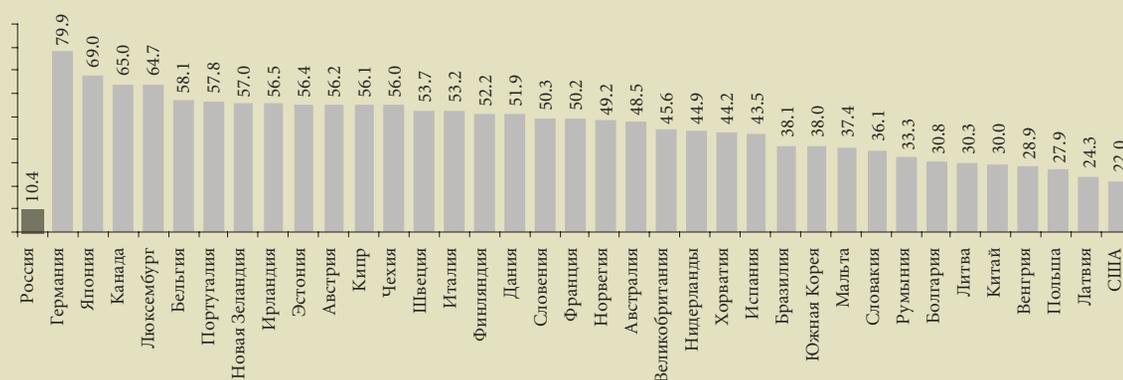


Организации сферы услуг



- 1 – исследования и разработки
- 2 – производственное проектирование
- 3 – приобретение машин и оборудования
- 4 – приобретение новых технологий
- 5 – из них приобретение прав на патенты, лицензий
- 6 – приобретение программных средств
- 7 – другие виды подготовки производства
- 8 – обучение и подготовка персонала
- 9 – маркетинговые исследования
- 10 – прочие

Совокупный уровень инновационной активности организаций промышленного производства и сферы услуг по странам: 2011*



* Данные по странам Евросоюза, Норвегии и Хорватии рассчитаны по итогам Европейского обследования инноваций за период 2006–2008 гг. (источник — Евростат). Данные по Австралии, Бразилии, Канаде, Китаю, Республике Корея, Новой Зеландии, США и Японии приведены по технологическим инновациям (США — продуктовым инновациям) по следующим видам экономической деятельности: Бразилия (2006–2008) — промышленное производство; Австралия (2008–2009), Канада (2002–2004), Китай (2004–2006), Республика Корея (2001), Новая Зеландия (2009), США (2006–2008), Япония (2006–2008) — обрабатывающие производства. Источник: материалы национальных статистических служб.

Материал подготовлен С.Ю.Фридлянковой

Источники: Индикаторы инновационной деятельности: стат. сб. М.: НИУ ВШЭ, 2013.



ISSN 1995-459X



9 771995 459777 >