

## ВЫБОР ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРИОРИТЕТОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ<sup>1</sup>

© 2012 г. О. С. Сухарев\*, С. О. Сухарев\*\*

\*Институт экономики РАН, г. Москва

\*\* ОАО «Термотрон-завод», г. Брянск

*В статье рассматривается проблема выбора государственных приоритетов научно-технического развития, анализируется опыт принятия правительственных решений и постановлений, исследуется опыт управления отраслевыми комплексами в советский период на примере электронной промышленности, который сопоставляется с состоянием отрасли и принятием соответствующих решений в настоящее время. Авторы дают предложения в части принятии государственных решений и программирования развития высоко технологичных секторов промышленности.*

*Ключевые слова: научно-техническое развитие; электронная промышленность; программы развития; государственные приоритеты; управление отраслевыми комплексами.*

*The problem of choosing the governmental priorities for scientific and technological development is reviewed, the experience of government's decision-making and regulations is analyzed, the business unit management experience in the Soviet era is examined by the example of the electronics industry, which is compared with the nowadays conditions of the industry and decision-making. Authors give the proposals of the governmental decision-making and present a program of the high-tech industries' development.*

*Key words: researches and technological development; electronics; development programs; government's priorities; managing a business unit.*

Ни одно государство, каким бы богатым оно ни было, не в состоянии развивать исследования и разработки по всем без исключения направлениям, тем более с одинаковой успешностью и международным приоритетом. Важнейшим условием реализации эффективной государственной научно-технической политики является концентрация научного потенциала, финансовых и материальных ресурсов на приоритетных направлениях развития науки и техники. Под приоритетными направлениями развития науки и техники понимаются основные области исследований и разработок, реализация которых должна обеспечить значительный вклад в социаль-

ное, научно-техническое и промышленное развитие страны и достижение за счёт этого национальных социально-экономических целей.

В каждом из приоритетных направлений развития науки и техники можно выделить более конкретные прикладные направления, называемые критическими технологиями. Критические технологии носят межотраслевой характер, создают существенные предпосылки для развития стратегических технологических областей исследований и разработок и дают в совокупности главный вклад в решение ключевых проблем реализации приоритетных направлений развития науки и

<sup>1</sup> Статья подготовлена в рамках Гранта НИР Правительства РФ в Финансовом университете по теме: «Управление структурными изменениями», научный руководитель гранта проф. О. С. Сухарев

технологии. Одной из таких технологий является нанотехнология. Выбор критических технологий происходит с учётом прогноза наиболее перспективных направлений развития науки и техники для достижения максимальной отдачи в области инновационной сферы.

Приоритетные направления развития науки, технологий и техники в России и перечень критических технологий России впервые были сформулированы в 1996 г. (если не учитывать результаты планирования научно-технического прогресса в СССР, в том числе и работу группы академика А. И. Анчишкина — приоритеты известны с тех пор) при участии сотен экспертов — представителей академической, вузовской и отраслевой науки, а также промышленности. Выбор и уточнение приоритетов — динамичный процесс, что обусловлено самой спецификой науки и технологий. Поэтому с течением времени осуществляется их пересмотр. Однако именно это действие должно быть хорошо обосновано, отвечать неким критериям, чего, к сожалению, не наблюдается, если внимательно проанализировать имеющиеся правительственные документы. Последний перечень приоритетных направлений и критических технологий был утверждён президентом РФ (Указ 899 от 7.07.2011 г.).

В 1996 г. к числу наиболее приоритетных направлений развития науки и техники, Российской Федерации наряду с фундаментальными исследованиями были отнесены семь направлений, в целом соответствующих мировым тенденциям:

- информационные технологии и электроника;
- производственные технологии;
- новые материалы и химические продукты;
- технологии живых систем;
- транспорт; топливо и энергетика;
- экология и рациональное природопользование.

В дальнейшем приоритетные направления пересматривались и утверждались заново руководством страны в 2002, 2006 и 2011 гг. В соответствии с новыми принимаемые направлениями развития науки, технологий и техники РФ — каждый раз, соответственно, изменялся и «Перечень критических техно-

логий». Для рассмотрения представим более подробно принятые «Приоритетные направления» за последние 10 лет развития (2002–2011 гг.).

Приоритетные направления развития науки, технологий и техники Российской Федерации, утвержденные президентом 30 марта 2002 г. (Пр-577):

1. Информационно-телекоммуникационные технологии и электроника.
2. Космические и авиационные технологии.
3. Новые материалы и химические технологии.
4. Новые транспортные технологии.
5. Перспективные вооружения, военная и специальная техника.
6. Производственные технологии.
7. Технологии живых систем.
8. Экология и рациональное природопользование.
9. Энергосберегающие технологии.

Список критических технологий 2002 года включал 52 направления.

21 мая 2006 г. Постановлением Правительства №842 были определены приоритетные направления развития науки, технологий и техники:

1. Безопасность и противодействие терроризму.
2. Живые системы.
3. Индустрия наносистем и материалов.
4. Информационно-телекоммуникационные системы.
5. Перспективные вооружения, военная и специальная техника.
6. Рациональное природопользование.
7. Транспортные, авиационные и космические системы.
8. Энергетика и энергосбережение.

Список критических технологий 2006 года включает 34 направления.

В Постановлении Правительства РФ от 24 декабря 2008 г. №988 «Об утверждении перечня научных исследований и опытно-конструкторских разработок, расходы налогоплательщика на которые в соответствии с пунктом 2 статьи 262 части второй Налогового кодекса Российской Федерации включаются в состав прочих расходов в размере фактических затрат с коэффициентом 1,5» был утверждён перечень из 32 разделов, в ко-

торые вошли 296 тем — на основе 34 приоритетов 2006 г. При этом, в Перечне нет двух разделов тематики по двум критическим технологиям: «Базовые и критические военные, специальные и промышленные технологии» — вероятно, из соображений секретности, а также п. 14 «Технологии обеспечения защиты и жизнедеятельности населения и опасных объектов при угрозе террористических проявлений».

Указ Президента РФ от 7 июля 2011 г. №899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации» включает направления:

1. Безопасность и противодействие терроризму.
2. Индустрия наносистем.
3. Информационно-телекоммуникационные системы.
4. Науки о жизни.
5. Перспективные виды вооружения, военной и спецтехники.
6. Рациональное природопользование.
7. Транспортные и космические системы.
8. Энергоэффективность, энергосбережение и ядерная энергетика.

Список критических технологий включал 27 направлений.

Согласно Постановлению Правительства №96 от 6 февраля 2012 г., Перечень (принятый ранее ПП №988 от 24.12.2008 г.) был откорректирован, и в него вошли только 6 направлений:

1. Индустрия наносистем (6 разделов, 95 тем).
2. Информационно-телекоммуникационные системы (4 раздела, 68 тем).
3. Науки о жизни (6 разделов, 94 темы).
4. Рациональное природопользование (3 раздела, 58 тем).
5. Транспортные и космические системы (2 раздела, 54 темы).
6. Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика (5 разделов, 86 тем).

Всего вошло в перечень 455 тем. Темы по разделам 1 и 5, так же, как и в 2008 г., не представлены. Произошел количественный рост направлений в 1,5 раза по отношению к 2008 г.

Не претендуя на скрупулёзный анализ

приведенных Приоритетных направлений, нельзя оставить без внимания некоторые особенности трансформации списков, которые не могут быть случайными, но косвенно приводят к определённым выводам.

Изменение 1. Приоритет поз. 1 в Перечне 2002 г. «Информационно-телекоммуникационные технологии и электроника» — это последнее упоминание об электронике, т. к. этого слова уже нет в Перечнях 2006 и 2011 гг.

Изменение 2. Приоритет «Производственные технологии» (поз. 6 в «Перечне» 2002 г.) — исключён из приоритетов государства: его нет в Перечнях 2006 и 2011 гг. (заменной, видимо, можно считать принятый новый приоритет №1 в 2006 и в 2011 гг. — «Безопасность и противодействие терроризму?»).

Изменение 3. Приоритеты 2002 г.: поз.2 — «Космические и авиационные технологии» и поз. 4 — «Новые транспортные технологии» сначала (в 2006 г.) объединяются в один приоритет (поз. 7 — «Транспортные, авиационные и космические системы»), но далее — в 2011 г. (с «авиационными технологиями» покончено!) поз. 7 формулируется как «Транспортные и космические системы».

Изменение 4. Приоритетное направление (поз. 5 — и в 2002, и в 2006 гг.) «Перспективные вооружения, военная и специальная техника» в редакции 2011 г. превращено только в (некоторые, что ли?) «Перспективные виды вооружения, военной и спецтехники»!

Изменения 5. К общим вопросам трансформации Приоритетов за период рассмотрения (10 лет) можно отнести:

— не совсем понятный уход от слова «технологии»: в редакции Направлений 2002 г. таких слов 7, а в Перечнях 2006 и 2011 гг. это слово уже не применяется;

— трансформацию названий Приоритетов, а также их рейтинга (значимости) согласно порядку перечисления (например, см. табл. 1).

Исходя из перечисленных выше изменений и приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ, напрашиваются некоторые выводы:

1) Из числа государственных приоритетов исключены:

— электроника, производственные технологии, авиационные технологии;

— экология, наноматериалы, новые мате-

Таблица 1

**Изменение приоритетов**

Редакция 2002 г.	Редакция 2006 г.	Редакция 2011 г.
Информационные и телекоммуникационные <i>технологии и электроника</i> (поз. 1)	Информационно-телекоммуникационные системы (поз. 4)	Информационно-телекоммуникационные системы (поз. 3)
<i>Технологии</i> живых систем (поз. 7)	Живые системы (поз. 2)	Науки о жизни (поз. 4)
Новые материалы и химические <i>технологии</i> (поз. 3)	Индустрия наносистем и <i>материалов</i> (поз. 3)	Индустрия наносистем (поз. 2).
<i>Экология</i> и рациональное природопользование (поз. 8)	Рациональное природопользование (поз. 6)	Рациональное природопользование (поз. 6)
Энергосберегающие <i>технологии</i> (поз. 9)	Энергетика и энергосбережение (поз. 8)	Энергоэффективность, энергосбережение и ядерная энергетика (поз. 8)

риалы и химические технологии.

2) К числу приоритетов (под номером 1!) отнесены «Безопасность и противодействие терроризму».

Несмотря на неоднозначность выводов о расстановке акцентов и принимаемых государством приоритетных направлений науки и технологий, в реальном секторе экономики выбор направлений развития является насущной потребностью хозяйствующих субъектов в их конкурентной борьбе.

Во-первых, сразу видна высокая частота изменений самого списка.

Во-вторых, очевиден поверхностный характер постановки приоритетов при их безусловной целесообразности.

В-третьих, напрашивающимся объяснением выступает финансовый фактор. Иными словами, приоритеты пересматриваются также, как и происходят организационные изменения в России под видом реформ (в частности, укрупнение вузов), в угоду решения финансовых проблем, сокращения кадров и т. д. Аналогично происходит слияния госкорпораций, иных структур, министерств, аппарата управления и т. д. Обычно подобные решения не работают в направлении улучшения

работы системы, «сливаемых» её частей, и в целом отрицательно сказываются на общей конкурентоспособности.

Очень важно отметить то, что никто не подводил никаких итогов реализации достижения приоритетов, исполнения тем, программ и получения готовых изделий, в том числе, включая серийное производство и поставки на экспорт.

Несмотря на то, что представители бюрократических кругов правительства могут заявить, что эти позиции имеются в иных документах и программах, факт выявленной и показанной «институциональной чехарды» можно считать доказанным. Бессистемность формулировки приоритетов налицо. Причём, мы здесь не анализируем финансовую составляющую, которая, очевидно, «плавает» также, как и наименования приоритетов, и ещё ко всему, по всей видимости, не исполняется в полном объёме. Все перечисленные обстоятельства говорят в пользу одного: необходимо планирование научно-технического развития страны, повышение эффективности государственного управления. И главное — необходимо навсегда устранить эффект «институциональной и административной че-

харды», который сводится к перманентному несистемному изменению правил, процедур, базисных документов (правоустанавливающих) по всем направлениям развития одновременно, без всякой согласованности и без расчёта на адаптацию, освоение и привыкание агентов, не говоря уже о необходимости таких изменений и их логике.

Способом устранения такого низкоэффективного управления является воссоздание и расширение функций государственного планирования и обоснования правительственных решений, такого планирования, которое бы усиливало учёт и контроль, оценивало эффективность выбора приоритетов, реализацию программ и любых действий ответственных правительственных структур. Высокие технологии не развиваются и не создаются в условиях перманентной «чехарды» и отсутствия кредита, при «блокаде» собственного внутреннего рынка продукции высокой добавленной стоимости.

Высшее руководство страны, как известно, обозначило два важнейших приоритета её развития — это *создание инновационной экономики и развитие человеческого капитала*, повышения его качества. Поставлена и задача *повышения качества жизни населения*.

Нетрудно убедиться, что основания для акцентирования проблемы именно инновационного, основанного на научно-техниче-

ских достижениях и разработках развития страны у президента, несомненно, были очень веские.

Действительно, достаточно рассмотреть общедоступную статистику по научным исследованиям и разработкам — а именно они должны представлять базовую основу для внедрения инновационных продуктов и технологий (табл. 2), чтобы вывод о необходимости коренных улучшений напрашивался сам собой.

Безусловно, представляет опасность для перспектив страны то, что за пять лет (с 2003 по 2008 г.) не только почти не возросла численность проводящих разработки предприятий, но и доля затрат на исследования и разработки в ВВП страны снизилась более чем на 10%.

Сравнение некоторых показателей научно-технологического потенциала ведущих стран мира, а также средней продолжительности жизни в период 2006–2011 гг. (табл. 3) только подтверждает отставание России от развитых стран и глубину назревших проблем, без решения которых нетрудно усомниться в возможности страны в ближайшие годы осуществить прорывные сценарии технологического развития.

Россия, к сожалению, занимает 30-е место по доле затрат на исследования и разработки в ВВП, 163 место из 223 стран по сред-

Таблица 2

**Затраты и организации в инновационной деятельности в РФ**

Показатели	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2012
Число организаций, выполняющих научные исследования и разработки	3656	3566	3622	3957	3666	н/д	3356
Число организаций, осуществляющих инновационную деятельность	2515	2708	3285	3339	3414	н/д	н/д
Внутренние затраты на исследования и разработки, млн. руб.	196,04	230,8	288,8	371,1	431,1	426,7	623,5
Затраты на НИОКР, в % к ВВП	1,15	1,07	1,07	1,12	1,03	1,0	1,03

Таблица 3

## Научно-технический потенциал ведущих стран мира

	Ед. изм.	Годы	США	ФРГ	Англия	Франция	Япония	КНР	Россия	Ю. Корея
Население	млн.	2009	314,7	82,2	61,6	62,3	127,2	1345,8	140,9	48,3
ВВП	млрд. долл. США		14 256,3	3 352,7	2 183,6	2 675,9	5 068,1	4 909,0	1 229,2	832,5
Место			1	4	6	5	2	3	12	
Затраты на НИОКР	По ППС, млрд. долл. США	2009	398,2	84,0	40,4	48,0	148,8	120,6	33,4	
Доля в ВВП	%	2008	2,8	2,6	1,8	1,9	3,4	1,5	1,0	3,4
Кол-во исследователей	тыс.	2007	1 426	291	255	216	710	1 423	469	222
Доля в мире	%		20,0	4,0	3,5	3,0	9,8	19,7	6,5	3,1
	тыс.	2009	1 413	312	235	229	657	1 592	422	236
Кол-во опубл. статей	тыс.	2008	272,9	76,4	71,3	57,1	74,6	105,0	27,1	32,8
Доля в мире	%		27,7	7,7	7,2	5,8	7,6	10,6	2,7	3,3
Место в мире			1	3	5	6	4	2	14	12
Кол-во патентов*		2006	19 883	4 947	2 033	2 208	13 264	259	84	1 037
Доля в мире	%		41,8	10,4	4,3	4,6	27,9	0,5	0,2	2,2
Пользователи Интернета	На 100 чел.	2008	74	78	78	71	71	22	32	81
ИРЧП**	Место (из 169 стран)	2010	4	10	26	14	11	89	65	12
СПЖ*** со дня рождения	Из 224 стран	2008	78,1	79,1	78,9	80,9	82,1	73,2	66,0	78,6

Окончание таблицы 3

Место			47	32	37	9	3	108	164	41
	Из 223 стран	2011	78,4	80,1	80,1	81,2	82,3	74,7	66,3	79,1
Место			50	27	29	13	5	96	163	41

Патенты\* — вычислены на основе методики ОЭСР; ИРЧП\*\* — индекс развития чел. потенциала; СПЖ\*\*\* — средняя продолжительность жизни.

Составлено авторами по данным: OECD 2011. Main Science and Technology Indicators: Volume 2010/2; OECD. Factbook 2010; OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010; UNESCO Science Report, 2010; The Current Status of Science around the World. UNESCO 2010; Human Development Report 2010. UNDP. New York, 2010; The Global Competitiveness Report 2010–2011. World Economic Forum. Geneva, 2010; The World Factbook CIA, 2011.

ней продолжительности жизни и 65 место из 169 стран по индексу развития человеческого потенциала. Затраты на науку в расчете на одного занятого в России составляют около 19 тыс. долл. США в год (по паритету покупательной способности), против 100 тыс. долл. США в Китае, 131 тыс. — в Германии и 147 тыс. долл. США в Корее. Такое состояние сегодня не позволяет сделать ставку на опережающее развитие промышленных технологий, (напрямую связанных с объемом проводимых исследований и разработок (НИОКР)). Фактически, в России происходит постоянное сокращение числа передовых производственных технологий, вне зависимости от фаз кризиса или роста, только с разной интенсивностью в каждой фазе. Если в 1997 г. в стране было произведено 830 новых технологий (из них принципиально новых 90), то в 2005 г. — 538 (60 принципиально новых). Несмотря на то, что в начале 2011 г. американское издание «Fast Company», (специализирующееся на теме инноваций), составило рейтинг 10 ведущих инновационных компаний России, в перечень которых вошли: ИТ-компания «Яндекс», производители программного обеспечения «Kaspersky Lab» и «АВВУУ», компания в области нанотехнологий «Роснано», государственная корпорация по атомной энергии «Росатом», компания по производству чипов «M2M Telematics», производитель сверхярких светодиодов «Оптоган», компания по производству интегральных схем «Микрон», компания по производству газотурбинных двигателей НПО «Сатурн» и нефтяная компания «Лукойл» — этого далеко не достаточно для России, если речь идёт о суверенитете, безопасности и сохранении статуса развитой страны мира.

Одной из причин сокращения передовых технологий часто называют (что и подтверждается статистическими данными) недофинансирование научных исследований и разработок — но это, казалось бы, можно компенсировать с помощью эффективной кредитной политики. Однако при средней рентабельности продукции машиностроительных предприятий в 8% они не могут позволить себе займы под 14–18%, предлагаемые коммерческими банками. Кроме того, их рентабельность имеет риск еще большего снижения вследствие реализации решений

правительства о повышении тарифов на газ и электроэнергию, (которые за период 2006–2011 гг. выросли, соответственно, в три и два раза). Учитывая, что основным источником инвестиций в обрабатывающей промышленности являются собственные средства предприятий, такая ценовая и кредитная политика исключает возможность модернизации экономики и перевода ее на инновационный путь развития. Поэтому наиболее весомой и вероятной *причиной* такого «недоразвития» наукоёмких и высокотехнологичных направлений в новых рыночных условиях (не затрагивая институциональные, управленческие и многие другие аспекты функционирования хозяйственного механизма) является очевидная проблема: *противоречие между основными целями и приоритетами государства, и единственной основной целью частных собственников — извлечением прибыли* (последняя цель записана в любом уставе предприятий частной формы собственности). Возможно, при других институциональных условиях, а также при наличии развитой конкурентной среды, и т. д., и т. п., таких серьёзных потерь в темпах развития научно-технологического потенциала России (вплоть до утраты конкурентоспособности государства) могло и не произойти. Однако, исследовать причины и находить ошибки прошлого необходимо, но только с целью эффективного решения назревших проблем.

Чтобы изменить сложившуюся ситуацию, обеспечить конкурентоспособность национальной экономики в долгосрочном периоде, необходимо организовать процесс *формирования согласованного видения технологического будущего России государством и бизнесом*. Ключевую роль в организации этого процесса должно и обязано взять на себя государство в лице Правительства РФ.

Иными словами, принимая во внимание массу источников, приводящих статистику отставания России в научно-технологической сфере, в настоящее время можно считать основной задачей экономической науки *формирование стратегии инновационного развития РФ на средне- и долгосрочную перспективу*. В любом случае выбора, каким бы путем экономика страны ни пошла дальше, России придется учитывать понижение темпов предложения сырьевых ресурсов,

особенно энергетических. Ответом на такой вызов, должно стать создание инновационно-технологического ядра, обслуживающего добычу и экспорт энергоносителей с приоритетом энерго- и ресурсосбережения, а также формирование технологических систем «полного цикла».

Инновационное развитие экономики, как известно, тесным образом связано с внедрением технологических инноваций во всех отраслях хозяйства. Такие инновации, в свою очередь, чаще всего немислимы — или неразрывно связаны с успехами и достижениями предприятий радиоэлектронного комплекса (РЭК) России. Действительно, данная отрасль является во всех отношениях определяющей — как уровень технического совершенства и превосходства современных вооружений и спецтехники для защиты от ракетно-космических нападений, так и уровень обеспечения систем электропитания и электронного управления различными видами оборудования и приборами гражданского назначения. Радиоэлектронная отрасль является своеобразным наукоёмким звеном, соединяющим неразрывную цепь других отраслей экономики страны и обеспечивающим прочность всей цепи — от превосходства по тактическим параметрам современных вооружений, гарантирующих безопасность державы, и до внедрения искусственного интеллекта в промышленных и бытовых приборах и системах управления самыми совершенными научными и промышленными объектами. Поэтому исследовать и разрабатывать сценарии и траектории развития остальных отраслей России и внедрения там инноваций представляется возможным (и в большей степени достоверным) лишь опираясь на первоочередное рассмотрение и исследование состояния, проблем, уровня и тенденций именно этой ключевой отрасли — радиоэлектронной промышленности (РЭП).

Предприятия и организации именно этой отрасли исторически стали и продолжают оставаться обладателями многих наукоёмких и передовых технологий, ноу-хау и разработок продукции военного и двойного назначения, являющихся конкурентоспособными на мировом уровне и до настоящего времени (что подтверждает сам факт военного паритета вооружений, поддерживаемый и до на-

стоящего времени), несмотря на негативную оценку и потерю многих позиций в других отраслях экономики страны за постсоветский период.

Ввиду неоднозначности оценок как состояния отрасли, так и перспектив её развития, (особенно часты такие оценки, как срок отставания от ведущих и развитых стран мира «на 5–7 лет», «навсегда» и т. п.), необходимо попытаться выработать объективную оценку достижений и проблем РЭК, рассматривая исключительно фактические показатели её деятельности, например, за последние 5 лет. В табл. 4 приведены некоторые данные по результатам работы предприятий РЭП, извлеченные из докладов руководителей отрасли, с которыми они ежегодно выступают на итоговых совещаниях (в докладах руководителей, к сожалению, не всегда представляется возможность увидеть все основные итоговые показатели работы отрасли или обнаружить стройную систему и однотипность ежегодного изложения достигнутых значений по тому или иному показателю — чаще подчёркиваются положительные тенденции, но всячески скрываются и вуалируются негативные снижения и утраты).

Даже при беглом взгляде на данные, приведенные в табл. 4, очевидно явное снижение темпов роста как общих объёмов выпуска продукции РЭК, так и объёмов научно-технической продукции — с соответствующим снижением объёмов проводимых НИОКР в данной отрасли.

Такое положение не могло оставаться незамеченным, и ряд исследований, выполненных с целью всестороннего изучения причин деструктивных явлений, и в целом — негативных результатов в данной отрасли, заканчивались не конструктивными предложениями и моделями для исправления ситуации в РЭП, а лишь названием примерно одних и тех же причин:

- старение производственных мощностей;
- низкий уровень финансирования инновационных составляющих РЭК;
- низкое качество продукции;
- старение кадрового состава (возраст работников);
- высокая доля импорта на данном рынке и др.

Таблица 4

## Отдельные показатели развития радиоэлектронного комплекса

№ п/п	Наименование показателя	Размерность	2007	2008	2009	2010	2011	2012 (прогноз)
1	Рост объёмов производства в целом по РЭК РФ	%% к предыдущему году	35,8	17,0	2,8	14,1	7,8	(114,0)
2	Изменение объёмов научно-технической продукции	%% к предыдущему году	26,2	15,1	0,1	-1,9	—	—
3	Изменение объёмов НИОКР	%% к предыдущему году	23,9	15,5	—	-8,0	—	(103,0)
4	Выработка на 1 работающего, в пром./в науке	тыс. руб.	463/ 605	550/ 847	598,2/ 888,5	720/ 933,3	Рост на 20,6%	117%/ 113%
5	Изменение объёмов выпуска продукции, гражд./спецназнач.	%/%	20,7/ 46,0	6,7/ 21,5	-14,6/ 11,7	11,1/ 15,2	12,7/ 6,5	—
6	Прибыль (пром./наука)	млрд. руб.	13,1 (7,7/5,4)	13,8	14,6	14,4 (8,5/5,9)	—	—
7	Общий объём экспорта РЭК	млн. долл. США	446,4	530,0 (ув. на 18,5%)	493,8	668,6 (ув. на 35,4%)	1260,0	—
8	Объём государственных инвестиций в основной капитал	млн. руб.	2088,2	Более 2500	Около 4000	4400	9000	—
9	Численность работников	тыс. чел.	299,4	295,2	272,9	215,5	249,6 (ув. на 15,8%)	101%

Окончание таблицы 4

10	Среднемесячная заработная плата (в пром./в науке)	тыс. руб.	(13,445/ 13,5)	16,0 (13,7/ 21,3)	18,1	(17,5/ 27,7)	24,2 (20,4/ 32,3)	117% (122%/ 111%)
----	---	-----------	-------------------	-------------------------	------	-----------------	-------------------------	-------------------------

Составлено по материалам докладов «Об итогах деятельности радиоэлектронной промышленной промышленности в прошедшем году и основных задачах на следующий год»: 2007г. — доклад начальника управления РЭП и систем управления А. Е. Суворова (март 2008 г.); 2008 г. — доклад директора департамента РЭП Минпромторга РФ В. Н. Минаева (24.03.2009 г.); 2009 г. — доклад директора департамента РЭП Минпромторга РФ В. Н. Минаева (17.03.2010 г.); 2010 г. — доклад директора департамента РЭП Минпромторга РФ А. С. Якунина (16.03.2011 г.); 2011 г. — доклад директора департамента РЭП Минпромторга РФ А. С. Якунина (14.03.2012 г.).

Из далеко не полного вышеперечисленного перечня причин нетрудно сделать вывод, что все эти недостатки стали следствием предыдущих (скорее всего — неэффективных и недальновидных) управленческих и технических решений.

Истоки проблем и возможные способы их решения следует искать на стыке принятия научно-технических и организационных решений в управлении развитием радиоэлектронной отрасли и экономики в целом. Таким образом, определяющей дальнейшее развитие отрасли общей задачей является организация эффективного управления — начиная от высших органов исполнительной власти, и далее — по всей структуре управления экономической системой, включая отраслевое управление.

Не претендуя на всеобъемлющий и развёрнутый анализ деятельности данной отрасли по отдельным направлениям, в конкретном рассмотрении эффективности развития РЭК (для более подробного рассмотрения решаемых отраслью острых проблем), мы предлагаем остановить свой выбор на двух очень важных сферах деятельности: на основных тенденциях и решениях в разработке нового *СТО (специального технологического оборудования)* и на проблемах создания *отечественной ЭКБ (электронной компонентной базы)*. Именно эти два направления составляют фундамент для любых инноваций и складывают перспективу научно-технического развития страны.

Решение основных вопросов разработки и перехода к современным технологиям невозможно без создания соответствующего им нового специального технологического оборудования. В то же время, современные и своевременные решения таких вопросов (по созданию нового *СТО*) могут в ряде случаев быть полезны (перенесены и применены) для развития *СТО* в иных отраслях промышленности.

Применение импортной электронной компонентной базы приобрело масштабы, угрожающие потерей целых направлений и отраслей промышленности, что представляет прямую угрозу обороне государства и национальной безопасности.

Заместитель руководителя «Роскосмоса» С. А. Пономарев отметил, что ещё в 2008 г.

остро встала проблема взаимодействия ракетно-космической и радиоэлектронной промышленности, связанная с совместной работой по проектированию и производству современной ЭКБ. «Роскосмос» выпускает четыре группы продукции, которые массово задействуют ЭКБ. Это космические орбитальные системы и средства, космические ракеты-носители, боевые ракетные комплексы стратегического назначения, а также системы и средства боевого управления войсками и оружием. Наибольшие проблемы сегодня связаны с созданием космических орбитальных систем и средств. Современная тенденция предполагает увеличение срока активного существования и расширение функциональных возможностей космических аппаратов (КА). Все это требует современной сложнофункциональной ЭКБ. Но применение ЭКБ отечественного производства резко сокращается. По итогам 2008 г., средний объем отечественной ЭКБ на борту КА составляет от 20% до 40%. При этом, как правило, используется иностранная ЭКБ категории «industrial», с недостаточным уровнем качества и надежности. Сегодня элементы категорий «space» и «military» на борту КА составляют лишь 7–8% от всей ЭКБ. Все это приводит к преждевременному выходу КА из строя, либо к существенным задержкам их создания.

Та же проблема существует для обеспечения ЭКБ образцов вооружения, военной и специальной техники. При выпуске серийных образцов предприятия РЭП могут использовать ЭКБ стран СНГ, поставляемую по межзаводской кооперации. Однако, эта номенклатура создана в 1980-х годах и не отвечает современным требованиям. *В области перспективных разработок предприятия отрасли не могут обеспечить ЭКБ, функционально соответствующую ЭКБ иностранного производства.*

Технологические возможности предприятий РЭП не обеспечивают опережающего развития ЭКБ по отношению к требованиям изделий военного назначения, несмотря на пятилетнюю положительную динамику освоения в производстве новых типов ЭКБ. Серийно изготавливаемая номенклатура ЭКБ, включенная в перечень разрешенной к применению (около 15 тыс. типонаименований), не является функционально полной и составля-

ет примерно 65% от потребной.

Особое внимание Министерство обороны РФ уделяет СВЧ- и микроэлектронике, а также изделиям полупроводниковой техники, которые определяют основные тактико-технические характеристики образцов вооружений, военной и специальной техники. В совокупности ЭКБ этих типов составляет 60% от ежегодно создаваемой. Однако, *в силу технологической оснащённости предприятий РЭП, уровень этих групп ЭКБ значительно уступает требуемому. А качество ЭКБ в ряде случаев не соответствует требованиям конструкторской и технологической документации.*

Результаты выборочного контроля качества отечественной ЭКБ, предназначенной для комплектования образцов вооружений, военной и специальной техники, показали, что из почти 2,5 тыс. типов ЭКБ, изготовленной 22 предприятиями, не соответствуют требованиям 19%. В результате, практически по всем перспективным стратегически значимым образцам, кроме отнесенных к первому уровню значимости, принято решение о применении импортной ЭКБ.

По состоянию на 1 марта 2009 г. Министерством обороны РФ рассмотрено свыше 1,2 тыс. решений о применении ЭКБ иностранного производства, содержащих заявки на применение более 69 тыс. типонаименований ЭКБ. Из них разрешено к применению, при условии соблюдения мер конструктивного и схемотехнического характера, только 6 тыс. типонаименований. Таким образом, эксперты Министерства обороны более чем в 11 раз сократили номенклатуру. Это свидетельствует о полном отсутствии как межпроектной, так и внутрипроектной унификации номенклатуры ЭКБ. Например, анализ ЦНИИИ 22 показал, что различные предприятия применили 45 типов процессоров цифровой обработки сигналов, которые можно заменить семью типами. Это позволило бы сократить объём и сроки дорогостоящих испытаний и специальных проверок.

Применяемая номенклатура ЭКБ иностранного производства более чем на 95% относится к категориям «industrial» и «commercial». Для этих категорий изготовители, как правило, указывают только электрические параметры. При этом для значитель-

ной части ЭКБ не оговариваются изменения этих параметров в различных диапазонах температур. Отсутствуют данные о надёжности ЭКБ, ее стойкости к радиационным, механическим и климатическим воздействиям.

Проблемы с отечественной ЭКБ были заметны не только специалистам. Например, ещё в 2004 году («МК», №064 от 25.03.2004 г.) в статье о неудачных запусках баллистических ракет «Синева» (РСМ-54), журналисты приводят целый ряд негативных фактов применения ЭКБ иностранного производства, а в заголовок выносят острые слова: «Российская «оборонка» скоро станет китайской».

Таким образом, уже в течение более 8 лет существует первоочередная проблема создания современной ЭКБ, не уступающей по характеристикам лучшим зарубежным образцам. При этом следует отметить, что смежной с задачей по созданию ЭКБ всегда была и остаётся задача создания нового СТО, потому что, как правило, наиболее совершенные и конкурентоспособные образцы ЭКБ могут быть созданы на основе новых материалов и более совершенных технологий, а это обеспечивается с помощью нового специального технологического оборудования — СТО. Невозможно на оборудовании прошлого века получить интегральные микросхемы и другие приборы микроэлектроники (тем более — наноэлектроники), а нового отечественного СТО практически нет.

Для выработки предложений и экономических моделей возможных сценариев восстановления и дальнейшего развития РЭК, как базовой отрасли «high-tech», как основы инноваций и будущего независимого развития, необходимо оценить упущенные возможности постсоветского периода развития отрасли и научно-технологического комплекса страны. При этом, безусловно, нельзя не вспомнить некоторые подробности событий прошлого века: создание инфраструктуры отечественной микроэлектроники в СССР, становление электронных технологий, материаловедения, машиностроения, с комплексным решением научно-технических, образовательных, кадровых, проектных, строительных, социальных и других задач при создании огромной новой отрасли. Как в то время на государственном уровне решались сложные задачи создания целой отрасли? Нужно

сразу отметить, что за 20 лет примерно с 1965 по 1985 гг. была создана не просто электронная и радиоэлектронная промышленность с целой сетью отраслевых НИИ и КБ, но и новые города, инфраструктура, виды военных и гражданских производств. Нужно особо отметить, что благодаря А. И. Шокину и решениям советского правительства за двадцать лет возникла новая промышленность, которая год от года сокращала отставание от западной электроники. Период 1990–2000-х гг., то есть тоже двадцать лет, ознаменован уничтожением этого подлинного творения советской плановой системы — целой отрасли, и промышленности в целом, которая понесла 6–10-кратные потери, причём реальная оценка потерь в ходе приватизации со временем только возрастёт. Уничтожен в ходе реформ практически весь состав базовых НИИ и КБ высокотехнологической направленности — кадры, фонды, разворована или утрачена документация и разработки. Мировая экономическая история не знает равной бесхозяйственности и преступного управления, которое формально не нарушало уголовный кодекс. Даже различные войны по потерям могут соперничать с этим периодом. Россия, тем самым, в 1990–2000-е гг. испытала беспрецедентный подрыв своей экономической безопасности. Причина состоит в использовании методов управления для дисбаланса и подконтрольного уничтожения конкурентоспособной системы, либо системы, которая представляет угрозу с точки зрения повышающейся своей конкурентоспособности.

В табл. 5 дана хронология создания высших государственных органов управления в СССР, по изменениям в которой можно делать некоторые выводы о приоритетах, целях и задачах государства на разных этапах развития радиоэлектронного комплекса.

Отсчёт времени (поз. 9–11 табл.) от основания радиоэлектроники как отдельной отрасли, и до начала «реформ» в 1991 г. можно начинать с 14 декабря 1957 г. Таким образом, период дореформенного развития отрасли составляет около 34 лет. Причём следует отметить очень важный, исторический момент: в этот период (с 17.03.1961 г.) начинается бурное развитие электронной техники (поз. 12–14 табл.). Возникновение электронной

промышленности СССР как отрасли условно можно связывать именно с этой датой.

Особо следует отметить, что с 17.03.1961 г. и до 18.11.1985 г. (почти 25 лет) возглавлял отечественную электронику выдающийся руководитель — министр электронной промышленности (МЭП) СССР Александр Иванович Шокин.

Для сравнения стабильности системы управления в период 1990-х гг., в табл. 6 приведены преобразования министерств, под управление которых попадали предприятия и организации РЭК (не указано Российское агентство по системам управления — РАСУ в 1999–2008 гг.).

Период работы (табл. 6) около 5, 7, 10, и даже 26,5 месяцев — это наибольшие периоды без изменений функционирования органов системы государственного управления в России. Институциональная, административная, правовая и, наконец, управленческая «чехарда» с такой частотой изменений по функциям, кадрам, финансам, не может не сказываться разрушительно на развитии соответствующих подсистем экономики и самого управления. «Управленцы» напоминают тиранов, которые в угоду самому управлению подвергают систему перманентным и неоправданным изменениям.

Справедливости ради нужно заметить, что некоторый период относительной стабильности управления предприятиями и организациями РЭК, связанный с организацией (Постановление Правительства РФ под управлением С. Степашина №879 от 30.06.1999 г.) Российского агентства по системам управления — РАСУ, которое, наряду с четырьмя другими оборонными агентствами (Росавиакосмос, Россудостроения, РАВ (обычные вооружения) и Росбоеприпасы), с учётом передачи его Указом Президента №314 от 9.03.2004 г. в Федеральное агентство по промышленности (РОСПРОМ), упразднённое далее Указом президента РФ №724 от 12.05.2008 г., в общей сложности просуществовало около 9 лет (точнее — 105 месяцев).

Следует отметить, что в 2003 г. в состав РЭК входило около 920 организаций. По данным РОСПРОМа, на 30.01.2008 г. предприятий и организаций РЭК насчитывалось 277, а АО «в сфере проведения работ по разработке, производству, ремонту и утилизации

Таблица 5  
Создание государственных органов управления и происходящие изменения в советский период

№ п/п	Наименование министерств и государственных комитетов (руководитель)	Дата образования	Дата упразднения (ликвидации)	Период работы (мес.)
1	Министерство электропромышленности СССР	15.03.1946 г.	05.03.1953 г. (укрупнение)	83,7
2	Министерство промышленности средств связи	28.06.1946 г.	05.03.1953 г.	80,4
2.1	Министерство промышленности средств связи	29.03.1974 г. (вновь)	27.06.1989 г.	179,9
3	Министерство электростанций и электропромышленности СССР	05.03.1953 г.	17.04.1954 г.	13,4
4	Министерство электротехнической промышленности СССР	17.04.1954 г.	10.05.1957 г.	36,7
4.1	Министерство электротехнической промышленности СССР	02.10.1965 г. (вновь)	27.06.1989 г.	284,8
5	Государственный комитет СМ СССР по электротехнике	07.12. 1962 г.	21.01.1963 г.	1,4
6	Министерство приборостроения средств автоматизации и систем управления СССР	02.10.1965 г.	27.06.1989 г.	284,8
7	Министерство электротехнической промышленности и приборостроения СССР	27.06.1989 г.	14.11.1991 г.	28,6
8	Министерство радиотехнической промышленности СССР	21.01.1954 г.	14.12.1957 г.	46,8
9	<i>Государственный комитет СМ СССР по радиоэлектронике</i>	14.12.1957 г.	13.03.1963 г.	64,0
10	<i>Государственный комитет по радиоэлектронике СССР</i>	13.03.1963 г.	02.03.1965 г.	23,6
11	<i>Министерство радиопромышленности СССР</i>	02.03.1965 г.	14.10.1991 г.	320,4 (26,7 лет)
12	Государственный комитет СМ СССР по электронной технике (А. И. Шокин, 17 марта 1961 г. – 13 марта 1963 г.)	17.03.1961 г.	13.03.1963 г.	23,8

Окончание таблицы 5

13	Государственный комитет по электронной технике СССР (А. И. Шокин, 13 марта 1963 г. – 2 марта 1965 г.)	13.03.1963 г.	02.03.1965 г.	23,6
14	Министерство электронной промышленности СССР (А. И. Шокин, 2 марта 1965 г. – 18 ноября 1985 г.; В. Г. Колесников, 18 ноября 1985 г. – 26 ноября 1991 г.)	02.03.1965 г.	14.11.1991 г.	320,4 (26,7 лет)
15	Государственный комитет СССР по вычислительной технике и информатике	21.03.1986 г.	01.04.1991 г.	60,2

Таблица 6

## Создание государственных органов управления и их реорганизации в постсоветский период

№ п/п	Наименование министерств промышленности РФ	Дата образования (базовая организация)	Дата преобразования (реорганизации) и новое наименование; кому переданы функции	Дата упразднения (ликвидации)	Период работы (мес.)
1	Министерство промышленности Российской Федерации (до 25.12.1991 г. — РСФСР)	14.07.1990 г.	30.09.1992 г. Государственный комитет РФ по пром. политике	—	26,5
2	Министерство оборонной промышленности Российской Федерации	8.05.1996 г. (на базе ГК РФ по оборонным отраслям промышленности)	Функции переданы Минэкономике и ГК РФ по связи и инфоматике	17.03.1997 г.	10,3
3	Министерство промышленности Российской Федерации	14.08.1996 г. (на базе ГК РФ по пром. политике — поз. 1)	Функции переданы Минэкономике РФ	17.03.1997 г.	7,1
4	Министерство промышленности и торговли Российской Федерации	30.04.1998 г. (на базе Министерства внешних экономических связей и торговли РФ с передачей части функций в сфере промышленности Министерству экономики)		22.09.1998 г.	4,7
5	Министерство промышленности, науки и технологий Российской Федерации	17.05.2000 г. (с передачей ему функций упразднённого Министерства науки и технологий РФ, а также части функций упразднённых Министерства торговли РФ и Министерства экономики РФ)		09.03.2004 г.	45,7
6	Министерство промышленности и энергетики Российской Федерации	09.03.2004 г. (вместо Министерства промышленности, науки и технологий РФ и Министерства энергетики РФ)		12.05.2008 г.	50,2
7	Министерство промышленности и торговли Российской Федерации	12.05.2008 г.			более 50 мес.; по наст. время

продукции военного и гражданского назначения» — 502; т. е. всего 779 предприятий. За 5 лет комплекс «потерял» 141 предприятие, и это ещё без учёта состояния оставшихся.

Такие частые и необоснованные изменения структуры управления предприятиями и организациями РЭК, явились одной из основных причин более чем 15-летнего периода стагнации отрасли. Действительно, два министерства СССР — радиопромышленности и электронной промышленности (табл. 5) в течение 26,7 лет обеспечивали развитие РЭК страны. И надо признать, что советскими результатами работы всего комплекса, даже в условиях разрыва кооперации и научно-технических связей с разрушением СССР, и Россия, и другие бывшие республики Союза продолжают пользоваться до сих пор.

Принимая во внимание изложенное, для восстановления былого уровня развития отрасли не обязательно искать исключительно новые, инновационные решения. Для начала достаточно восстановить элементарное управление экономикой, которое сейчас отсутствует, обратиться к опыту прошлых лет, когда блестяще решались организационные и научно-технические задачи и создавались целые наукоёмкие отрасли промышленности, города, с необходимой инфраструктурой.

Изучая последовательность и содержание принимаемых организационных и технических решений (на государственном уровне высшей исполнительной власти — министерств, госкомитетов, агентств, главных управлений, департаментов и др.), удаётся обобщить все наиболее значимые решения в группы, соответствующие определённым принципам. Наиболее общие из них приведены в табл. 7.

Приведенные в табл. 7 основные принципы решения управленческих задач при организации радиоэлектронной отрасли нельзя абсолютизировать, но и отбросить их при решении современных задач обновления, восстановления отрасли в новых условиях хозяйствования, общественно-политического строя и правах собственности, учитывая позитивные результаты в прежнюю эпоху, также нельзя. Если «рыночная экономика» разрушает, либо наносит урон всем направлениям научно-технологического развития, причём устойчиво на протяжении 20 лет, то

необходимо ставить вопрос об адекватности и необходимости такого управления.

Из рассмотрения истории организации и развития РЭК нельзя исключить разработки и достижения отрасли в обеспечении населения бытовой радиоэлектронной аппаратурой (БРЭА), что, наряду с оборонными задачами, всегда являлось важным приоритетом государства. Существует «большая ложь», подсунутая обществу так называемыми либералами, неудовлетворённые амбиции и интеллектуальная ничтожность которых поставила на карту судьбу страны в одночасье, что будто бы российская электроника всегда отставала, что её будто бы не было. Такие формы лжи как раз использовались для уничтожения страны-конкурента, имеющего широчайшие перспективы развития при соответствующем управлении.

Не вдаваясь в глубокую ретроспективу, можно начать с того, что в конце 1974 г. из Минрадиопрома (МРП) были выделены предприятия по производству систем и средств связи, телевидения, радиовещания, аппаратуры магнитной записи и т. д. Они вошли в состав Министерства промышленности средств связи СССР (МПСС). Новое ведомство стало головным и по выпуску БРЭА в стране. Виды бытовых приборов неуклонно совершенствовались и здесь также наблюдалось сокращение отставания, хотя оно было более значимым, нежели по специальному технологическому оборудованию и средствам производства для электронной промышленности.

Для большинства предприятий отрасли, входившей в военно-промышленный комплекс, БРЭА была второстепенной продукцией. Тем не менее, выпуск бытовой аппаратуры четко планировался и постоянно возрастал, обеспечивая загрузку и совершенствование специального технологического оборудования. Повышательный тренд развития советской электроники с неуклонным сокращением отставания по многим видам изделий всего до 2–7 лет был не просто свёрнут в ходе «реформ», а уничтожен, с возникновением иного тренда неотвратимого и бесконечного отставания, что завершилось переделом российского рынка изделиями Малайзии, Китая, других стран по многим видам бытовой техники, если не сказать — по всей

Таблица 7

**Принципы восстановления элементарного управления наукоёмкой  
промышленностью, научно-техническим комплексом  
в виде базовых его отраслей (РЭК)**

№ п/п	Принцип (условное наименование)	Сущность принципа	Пример соблюдения в управленческих решениях
1	Выраженная структурная иерархия функций, задач и ресурсов для их выполнения	Четкое разделение и увязывание задач развития отрасли на: фундаментальные (организации РАН), отраслевые (НИИ и КБ с опытными заводами) и серийного тиражирования продукции — заводы (как правило, со своими КБ) или НПО (завод с НИИ)	ИРЭ РАН, ИПУ РАН и др.; НИИФП, НИИТТ, НИИТМ и др.; НПП «Сапфир», НПП «Салют», и т. д., и т. п.
2	Планирование рубежных показателей	Основные параметры и технические характеристики изделий микроэлектроники и ЭКБ в качестве целевых рубежей принимались в Программах на период 5, 10 и 15 лет	В конце 1990-х гг. принимались (в Программах на НТС РАСУ) рубежные показатели изделий и технологий на 2000, 2005, 2010 и 2015 гг. Затем РАСУ фактически было ликвидировано
3	Состязательность организаций (как в научно-технической, так и в производственной сфере)	Наличие организаций (предприятий) — дублёров, как правило, работающих в альтернативном техническом направлении, с выбором (для дальнейшего тиражирования) наилучшего результата	В городе Зеленограде — два центра микроэлектроники: «Микрон» с НИИМЭ и «Ангстрем» и НИИТТ; или два завода СТО для термомодификации — БЗТО (г. Брянск) и СЗЭМ (г. Саратов), и т. д.
4	Комплексный подход к решению проблем научно-технического и ресурсного обеспечения	Для реализации всей технологической цепочки, от сырья до конечного продукта, комплексное создание: — проектов; — основных фондов (здания, сооружения предприятий) и инфраструктуры технологических предприятий; — предприятий и институтов для получения новых материалов и реактивов; — разработки и изготовления СТО; — подготовки кадров для отрасли; — социальные задачи.	Город микроэлектроники Зеленоград, НПО «Интеграл» в Минске, НПО «Светлана» в Ленинграде, и др. комплексы

Окончание таблицы 7

5	Специализация	Организация деятельности НИИ и КБ на конкретных научно-технических направлениях; заводов — на выпуске определённой однотипной продукции.	НИИМВ, НИИ «Азурит», ГНИИОМ, НИИЭМ, НИИМЭТ и др. — новые материалы; НИИТМ, НИИПМ, НИИМ — разработка специального оборудования; СЗЭМ, БЗТО — машиностроение; МИЭТ и др. — обучение; ВЗПП (Воронеж) — выпуск диодов, транзисторов, тиристоров; 3-д «Ангстрем» — интегральные микросхемы, «Микрон» — КМОП, МОП — приборы, СБИС, и т. д.
6	Импортзамещение	Принятие программ разработки и производства продукции, временно закупаемой по импорту	
7	Система планирования, учёта и контроля деятельности и развития предприятий и организаций отрасли, РЭК в целом	Разработка Программ, прогнозов развития РЭК, каталогов продукции, маркетинговые исследования состояния РЭК, экспертиза НИОКР, обработка информации о технико-экономической деятельности РЭК и т. п.	ФГУП ЦНИИ «Электроника» — экономико-математический институт отрасли; РНИИ «Электронстандарт» и др.

абсолютно её номенклатуре. Это серьёзный конкурентный удар, видимо — одна из основных целей разрушения СССР, ибо Запад в то время не показывал аналогично быстрого темпа развития электроники с нуля.

Разработкой перспективной БРЭА, в особенности — унифицированных рядов аппаратуры, занимались головные НИИ и КБ по направлениям техники. Например, разработки телевизоров в отрасли возглавлял МНИТИ, приемно-усилительной техники — Всесоюзный НИИ радиовещательного приема и акустики (ВНИИРПА) в Ленинграде, магнитофонов — НПО «Маяк» в Киеве, телефонных аппаратов — НИИ абонентской телефонной техники (НИИ АТТ) в Перми, технологическое оборудование для предприятий — ЦНИТИ и т. д.

И хотя ставка делалась на выпуск изделий на основе унифицированных конструк-

ций (в наибольшей степени это относилось к телевизорам), тем не менее, изделия получались совсем не одинакового качества. Спрос, скажем, на московские «Рубины» или воронежские «Рекорды» был заметно выше, чем на подобные же телевизоры, выпущенные другими предприятиями. Здесь сказывался и уровень технологий предприятия, и квалификация сотрудников заводского КБ, и т. п. Некий прообраз конкуренции имелся, только она не сводилась к прибыли и к обогащению, а была конкуренция по качеству, совершенствованию управления и технологический вид конкуренции.

Следует отметить, что бытовую электронику выпускали не только заводы электронной промышленности, но и предприятия несколько иного профиля, подчиняющиеся другим ведомствам.

О масштабах выпуска БРЭА в стра-

не свидетельствуют следующие цифры: в 1990 г., накануне распада СССР, было произведено 11 млн. телевизоров, 12 млн. радиоприемников, магнитофонов — до 6 млн. штук. К тому моменту в распоряжении советских людей было 95 млн. телевизоров и 100 млн. радиоточек. С ассортиментом продукции тоже стало лучше. Например, в 1986 г. в стране выпускалось 90 моделей телевизоров, 250 моделей радиоприемной, усилительной и акустической аппаратуры, свыше 100 моделей магнитофонов. Все названные производства в 1990-е гг. были уничтожены, и Россия сегодня не производит аналогичную технику в необходимом масштабе — имеется в виду не «отвёрточное», а собственное производство, на базе собственного проектирования изделий и прохождения полного цикла.

В Советском Союзе электронная промышленность была лидирующей отраслью по темпам роста на протяжении 1960–1990 гг., то есть с периода своего рождения в начале 1960-х гг. не сбавляла, а набирала темпы (см. табл. 8, 9). Причём развитие этой отрасли диктовалось оборонными задачами, научно-техническим прогрессом. Хотя к 1980-м гг. произошло замедление темпов роста, тем не менее этот рост по абсолютным цифрам был значителен и сопровождался снижением материальных затрат, ростом

производительности труда, то есть по всем параметрам был интенсивным ростом.

В 1990-х гг. с уменьшением оборонного заказа доля гражданской продукции этих предприятий значительно возросла, увеличилось и число предприятий, пытавшихся в условиях экономического кризиса освоить производство новых моделей бытовой радиоэлектронной аппаратуры, однако, несмотря на это, выпуск БРЭА сильно снизился и доля отечественной бытовой техники на внутреннем рынке страны резко упала. В значительной степени, если не сказать — в решающей, это было обусловлено полным удовлетворением внутреннего спроса наводнившими прилавки магазинов импортными моделями, имеющими недостижимое нашей промышленностью качество при доступных для широкого покупателя ценах.

Поэтому для создания и серийного освоения новых образцов, достижения конкурентоспособности отечественной БРЭА на мировом рынке аппаратуры — а сейчас речь идёт о микропроцессорной технике, включая ПК, и др. наукоемких приборах, требуется модернизация и научно-техническое, инновационное развитие отечественного РЭК.

В настоящее время, и, тем более, в перспективе России нужны новые, конкурентоспособные отечественные изделия электрон-

Таблица 8

**Темпы роста промышленности СССР и электронной промышленности в 1960–1990 гг. (в % к 1960 г.)**

Годы	Объём производства		Численность промышленно-производственного персонала	
	Промышленность СССР	Электронная промышленность	Промышленность СССР	Электронная промышленность
1960	100	100	100	100
1965	151	247	121	209
1970	227	751	140	346
1975	325	в 23 раза	158	465
1980	403	в 55 раз	171	553
1985	484	в 104 раза	175	594
1990	552	в 185 раз	168	586

Таблица 9

**Основные показатели развития электронной промышленности  
за период 1960–1990 гг. (в % к 1960 г.)**

Показатель	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990
Производительность труда	100	118,4	217,8	496,9	995,9	1756,3	3177,9
Доля прироста промышленной продукции за счёт роста производительности труда	—	26,1	62,2	83,4	91,6	95,2	97,4
Основные фонды	100	301,5	659,1	1227,9	2031,9	3204,3	4764,8
Фондоотдача	100	82,0	114,1	187,3	269,7	322,8	386,4
Снижение затрат на 1 руб. товарной продукции	100	-16,5	-42,8	-61,2	-73,3	-78,8	-82,1
Снижение материальных затрат на 1 руб. товарной продукции	100	-17,2	-42,5	-56,3	-65,4	-70,6	-74,5
Общий объём затрат на науку	100	296,5	550,4	843,8	11,9 раз	15,5 раз	35 раз

ной техники (ИЭТ), причём важность их создания почти равнозначна как для военного назначения, так и для выпуска на её базе бытовой радиоэлектронной аппаратуры.

Выпуск ИЭТ, конкурентоспособных как на внутреннем, так и на внешнем, требует совершенствования технологического базиса предприятий электронной промышленности, основой которого является специальное технологическое оборудование (СТО). Парк СТО на предприятиях отрасли практически не обновлялся с начала 1990-х гг. Из-за отсутствия платёжеспособного спроса на СТО, серийное производство его практически остановлено. Потребность отрасли удовлетворяется за счёт импортных, единичных поставок, а также за счёт доработок и ремонта изношенного (б/у) оборудования или его модернизации после длительного хранения. Естественно, что эксплуатация такого парка СТО характеризуется всё возрастающим ресурсопотреблением, негативным воздействием на окружающую среду, снижением процента выхода годных изделий и надёжности производимых ИЭТ.

Преодоление последствий экономических кризисов, совершенствование оборон-

ного потенциала России предполагает рост выпуска ИЭТ и, соответственно, рост потребности в новом СТО. Однако, создание нового СТО, развитие его серийного производства или массовое тиражирование целесообразно только после проведения ряда научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), направленных на создание опытных образцов и базовых моделей такого СТО, отвечающих самым современным требованиям производителей ИЭТ и, соответственно, ЭКБ.

Что это за требования?

В ходе НИОКР должны решаться проблемы технологичности, надёжности конструкции, обеспечения требуемых параметров техпроцесса и чистоты технологических сред, энергосбережения, снижения влияния действий оператора на результат технологического процесса и др. Необходимо также в новом СТО решать ряд проблем новых материалов — керамических, композиционных и др., разработки нового поколения конструктивной элементной базы, микропроцессорных средств и программного обеспечения на уровне лучших зарубежных образцов. А что

имеется в виду под «конструктивной элементной базой СТО»? Это, вкратце, следующие наиболее общие функциональные узлы, применяемые в разных видах оборудования:

— элементы вакуумных систем (средства безмасляной откачки, прочие средства вакуумной откачки, устойчивые к воздействию агрессивных газовых сред, запорная арматура вакуумных систем, натекатели, измерители давления и вакуумметры, и т. д., и т. п.);

— элементы газовых систем (регуляторы расхода газа, газоанализаторы, ротаметры, редукторы давления, запорная газовая арматура и т. д.);

— элементы водоподготовки (дистиллированной, деионизированной воды и др.);

— источники излучений и полей (электронные, ионные, плазменные, рентгеновские, электромагнитные, ТВЧ и др.);

— элементы транспортных систем, перемещения, перекладки, вводы движения в вакуумные камеры и т. п.;

— микропроцессорные блоки (модули) управления, программные продукты к ним и т. д.

Для совершенствования СТО и выхода на конкурентоспособный мировой уровень, таким образом, для развития в РФ электронного машиностроения можно предложить следующие организационные принципы:

1. Устойчивый характер финансирования НИОКР, создающий условия для непрерывности процесса научного поиска и совершенствования технического уровня СТО.

2. Программный подход. Наличие взаимосогласованных программ:

— развития СТО и постановки его на серийное производство;

— развития контрольно-измерительного оборудования (КИО);

— развития конструктивной элементной базы (КЭБ СТО).

3. Развитие стандартизации на базе международных стандартов. Использование стандартов МЭК при создании СТО нового поколения. Унификация принципиальных и эффективных технических решений.

Реализация изложенных принципов позволит в перспективе оснастить предприятия отрасли новым СТО, обеспечивающим производство ИЭТ и основных, отечественных базовых элементов ЭКБ, не уступающих

по качеству параметров лучшим зарубежным образцам. Необходимо уйти от рыночной психологии в развитии данной отрасли. Сейчас необходимо прямое государственное участие в установлении и реализации направлений развития данной стратегически важной отрасли, которая обеспечивает будущее развитие и судьбу России. Для этого не следует стесняться ограничивать законодательно собственника данных производств и увеличить долю государственного сектора в этих производствах. Иных возможностей по самостоятельному развитию этих производств собственник и российский капитал не имеет, и развивать он ничего в целом не желает. А вот технологии и изобретения имеются. Российскому правительству и экспертам нужно признать, что проектов нет, не изобретений нет, а «нуворишеский капитал», несправедливо нажитый капитал ничего не желает и является компрадорским по своей сути, национально ориентирован и ничего вкладывать никуда в нужном масштабе и объёме не будет, поскольку эти вложения рискованны и дают рентабельность ниже, чем иные спекуляции или сырьё.

Однако, для реализации перехода отрасли РЭК из существующего положения в фазу мировой конкурентоспособности, подытоживая проведенные исследования, можно предложить некоторые основы поэтапного развития радиоэлектронного комплекса России. Предлагается 3-летняя программа предварительного этапа, затем основной этап развития — до 5 лет, с дальнейшим планированием на 5, 10 и 15 лет. Предварительный этап до 3-х лет включает следующие шаги:

1) Разработка и принятие законодательных и нормативных актов РФ, обеспечивающих самостоятельность, полномочия и стабильность высших структур управления отраслью, а также необходимые объёмы ежегодного бюджетного финансирования Проекта модернизации РЭК. Подключение региональных органов исполнительной власти к принятию соответствующих решений (1,5 года). Использование проектного метода управления вне зависимости от формы собственности с особым акцентом на ФГУПы, которые составляют ядро высокотехнологичного государственного сектора, и которые следует загрузить соответствующими заказами в

части создания необходимого оборудования и специальной технологии.

2) Проведение мониторинга предприятий и организаций отрасли, оценки существующего научно-технического и кадрового потенциала, состояния фондов и финансово-экономического анализа. Определение основных (центральных и региональных) предприятий и организаций, сохранивших «внедрённость» в проблематику РЭК, наличие интеллектуального и человеческого капитала («носителей информации»), учебных заведений разного уровня с радиоэлектронной специализацией (1 год). Составление ассортиментной карты с определением провалов производства и разрывов технологических цепочек.

3) Формирование, всестороннее обсуждение и принятие Единой программы развития РЭК, объединяющей и обобщающей все ныне существующие Программы, относящиеся к данной отрасли, а также содержащей взаимосвязанные подпрограммы по всем научно-техническим направлениям развития РЭК и рубежные показатели технического уровня и параметров ИЭТ и электронной компонентной базы (2 года).

При разработке Единой программы обязательно привлечение академической науки РФ, а также должны быть применены основные «принципы», приведенные в табл. 7.

Следует особо отметить, что при разработке единой программы развития необходимо уделить особое внимание и перенести акцент на исследования состояния именно региональных предприятий и организаций РЭК. Наблюдения показывают, что в большинстве случаев периферийные предприятия сократились в 4–6 раз по численности, но оставшиеся работники ещё могут применить свой прежний опыт и использовать ранее выполненные перспективные разработки для РЭК. В столичных городах, в частности, в Москве и некоторых других центрах, предприятия и организации РЭК менее сохранились, т. к. в процессе приватизации там очень кардинально решались вопросы площади и недвижимости — без учёта направлений и важности деятельности предприятия, с уничтожением документации и опытных образцов. Поэтому многие изделия и технологии просто утеряны, и там осталось гораздо меньше профиль-

ных предприятий РЭК, работающих по своему прежнему направлению.

4) Возобновление и расширение в ВУЗах и средних специальных учебных заведениях обучения по специальностям радиоэлектронного профиля (взамен ранее проведенного увеличения обучаемых по экономическим и юридическим специальностям). Инженерное образование всегда фундаментальнее любого иного образования. Возврат системы распределения молодых специалистов на профильные предприятия РЭК по их заявкам. Кадровое обеспечение — согласно кадровой подпрограмме с решением социальных вопросов молодым семьям (2–3 года).

5) Развёртывание строительства производственных мощностей, объектов инфраструктуры и жилищного строительства в центрах РЭК, взамен утраченных и изношенных фондов в местах прежнего размещения производств, а также новых объектов — в планируемых центрах. Начальный этап — на основе государственной собственности при управлении, полностью осуществляемом со стороны государства.

Второй, так называемый переходный этап, продолжительностью до 5 лет, включает такие шаги:

А) Завершение формирования основных фондов, планов и программ работы предприятий и организаций, созданных в соответствии с единой программой развития; развитие основной деятельности НИИ и КБ отрасли; передача технических проектов и новых разработок (технологий) в серийное производство.

Б) Создание базовых моделей СТО для приоритетных направлений развития — новых ИЭТ и ЭКБ; испытания и переход к серийному освоению новых образцов СТО; замена не менее 50% типов импортного СТО на отечественные.

В) Полное обеспечение отечественными образцами ЭКБ всех видов военной техники и вооружений, а также не менее 75% БРЭА.

Г) Создание системы научно-технического развития отрасли, обеспечивающей конкурентоспособность радиоэлектронного комплекса России на международном уровне.

Д) Сокращение доли государственной собственности (в случае успешности всех предыдущих этапов, подверженных контр-

олю исполнения, при сохранении общего государственного контроля за отраслью) в отраслевых организациях и предприятиях, при активном включении бизнеса в сферу деятельности радиоэлектронного комплекса (приватизация объектов только по реальной стоимости при сохранении государства в качестве собственника и агента «контрольного решения»).

Планирование на большой период предполагает участие специалистов широко профиля и в большем числе. Здесь мы обозначили в основном краеугольные задачи и возможности, которые определяют, по сути, выбор научно-технических приоритетов развития государства в обозримом будущем. Электронная промышленность как базис современного научно-технического развития, формирующая быт людей, оборону, охрану здоровья, безопасность, повышение производительности труда представляет системообразующую отрасль, на примере которой удобно обозначить подход к пониманию и планированию научно-технического развития в системе, которая не имеет опыта корпоративного развития, и попала в ситуацию прогрессирующей неконкурентоспособности. Преодоление такой ситуации без государственной компоненты не представляется возможным, какие бы недостатки не обнаруживала эта компонента.

Центральным направлением всех программ научно-технического и отраслевого развития должна стать необходимость «замкнуть» производства средств производства на потребительские секторы и создание перспективных продуктов будущей конкурентоспособности.

Далее будет уместен пример с развитием микроэлектроники, организацией поликристаллического кремния в России, предназначенного для создания фотоэлектрических преобразователей высокого коэффициента полезного действия, энергоэффективных приборов и т. д.

С 1970-х гг. наблюдается бурное развитие во всех развитых странах мира кремниевых технологий (технология получения кремния высокой чистоты, выращивания монокристаллов кремния, оценка качества создаваемых материалов, создание микросхем высокой плотности интеграции, фотоэ-

лектрических преобразователей, преобразующих солнечную энергию в электрическую и т. д.), которые дают широкий спектр продуктов потребительского назначения (солнечные батареи, фотоэлементы, полупроводники, микросхемы, компьютеры, мобильные телефоны и др.). До 2000–2001 гг. поликристаллический кремний как стратегический материал данной отрасли являлся основой для производства только полупроводников, а затем стал рассматриваться как важнейший компонент солнечной энергетики.

В России производство поликристаллического кремния осуществлялось на предприятиях оборонно-промышленного комплекса. Сокращение государственных расходов и приватизация стали главными причинами утраты данного производства. Так, к началу 1990-х гг. в СССР было порядка 12% производства поликристаллического кремния, причём основные производства были в России, но с остановкой заводов ЗТМК (г. Запорожье), ДХМХ (г. Донецк), КХЦМ (г. Красноярск), ПХМЗ (г. Подольск) сегодня России принадлежит лишь 0,1% мирового производства полукристаллического кремния. Безусловно, разрушение СССР внесло ощутимую лепту в уничтожение данных производств, а не только приватизация и политика финансовой стабилизации.

Из оставшихся производителей поликристаллического кремния Красноярский ГХК, ОАО «Химпром» (г. Новочебоксарск), Усолье-Сибирская группа НИТОЛ (Иркутская обл.), предприятие «Усольехимпром». Причём мощности работы этих предприятий невысоки. Поэтому монокристаллический кремний выращивается из зарубежного сырья.

Правительство РФ предпринимало попытки решить проблему сырья — поликристаллического кремния в рамках проектов «Кремниевая Россия», «Российская Силиконовая долина», «Балтийская кремниевая долина», история которых начинается примерно с 1998 г. и продолжается до сих пор, правда, так и не принеся ощутимых результатов. Попытки отдельных олигархов и частного бизнеса построить завод в Хакасии также не увенчались успехом. Активная позиция Китая, построившего 4 завода за последние несколько лет, и откровенный демпинг при

продаже поликристаллического кремния, вытесняют с рынка иных игроков.

Для российских производителей, которые некогда имели весомую долю мирового рынка, стоит задача форсирования прорывных технологий для восстановления своих позиций, что потребует снижения удельных затрат на производство поликристаллического кремния, особенно затрат энергии, так как в России тратится от 75 до 130 кВт на кг, а зарубежные технологии и оборудование позволяют тратить всего 20 кВт на кг изделия. Таким образом, прорыв возможен только при условии развития электронного машиностроения и соответствующих технологий, включая и энергосберегающие. Средства производства в этой сфере — это специальное технологическое оборудование. В частности, это вакуумное оборудование, от производительности которого зависит и себестоимость конечных продуктов, и конкурентоспособность микроэлектроники и солнечной энергетики.

Ведущим разработчиком так называемого ростового специального технологического оборудования в СССР являлся НИИ «Гиредмет», который смог создать ряд отечественных установок для выращивания монокристаллов: «Редмет-10», «Редмет-30», «Редмет-3А» и др., с помощью которых выращивалось 95% монокристаллов. Технический уровень разработок «Гиредмет» к началу 1990-х гг. ещё уступал зарубежным конкурентам, но разрыв между ними неуклонно сокращался.

При дезинтеграции предприятий в результате разрушения СССР, вследствие нарушения производственно-технологических связей, кооперации между предприятиями — разработчиками специального технологического оборудования для получения монокристаллов чистого кремния, предпринимались усилия по объединению оставшихся предприятий и мощностей. При этом, на протяжении почти двух десятилетий были выработаны основные направления развития кремниевой отрасли. К ним можно отнести: 1) преимущественное развитие «солнечного» кремния и кремния для мегабитных микросхем; 2) разработка оборудования для выращивания кристаллов большого диаметра; 3) повышение эффективности производства кремния за счёт снижения энергозатрат; 4) разработка систем управления с переходом

от импортных к отечественным аналогам; 5) достижение высокого качества исходного сырья — поликремния.

Однако провалы в макроэкономической политике, отсутствие промышленной и научно-технической политики и проводимая в стране приватизация не позволили реализовать имевшийся конструкторский потенциал разработок по созданию отечественного конкурентоспособного ростового оборудования. Несмотря на формирование федеральных и региональных программ, охватывающих названную область, введения якобы новых форм финансирования разработок СТО, в 21 век Россия вошла с устаревшим парком специального технологического оборудования, где самые новые образцы относятся к разработке 1985–1988 гг. В результате пять известных производителей кремния и добавившиеся к ним после 2000 г. ещё два предприятия не выдерживают рыночной конкуренции в силу отсталости специального технологического оборудования. Развитие спроса на солнечную энергию подхлестнуло спрос и на создание специального технологического оборудования, но проблема уже состоит в том, что разрушение микроэлектроники России привело к вымыванию кадрового и научно-технического персонала, в связи с чем возникает проблема: кто будет осуществлять разработку (проектирование, испытание) и эксплуатацию нового оборудования.

В некотором смысле спасает ситуацию то, что наблюдается переориентация при использовании ростового СТО, так как наибольшую потребность в таком оборудовании, которое с каждым годом становится более дефицитным, потому что используется с советских времён, испытывают производители монокристаллов для солнечной энергетики. В связи с этим действующие установки парка «Редметов» можно использовать для производства монокристаллов. Однако, финансово-экономический кризис и переориентация на мультикристаллический кремний к 2008 г. резко сократили такую потребность. Мультикристаллический кремний при более низком КПД, тем не менее, обходится почти в 3 раза дешевле за счёт производительности процесса выращивания кристалла. Ростовые установки для мультикремния в России и в СССР никогда не выпускались и не разраба-

тывались. Таким образом, существует прямая опасность утраты позиций как в области кремниевой отрасли, так и электроники в целом, включая и то направление в энергетике, которое с ней связано, а именно — солнечной энергетике. Учитывая высокую величину энергозатрат для России в силу географического расположения и наличия северных территорий, проблему утраты такого преимущества можно рассматривать как поражение в области экономической безопасности государства, так как это приводит к фронтальному снижению конкурентоспособности в будущем, росту структурной зависимости экономики с вытекающими политическими последствиями относительно национальной безопасности и, возможно, суверенитета.

Для получения кристаллических материалов, пригодных для производства фотоэлектрических преобразователей (ФЭП), существует ряд методов, реализуемых при помощи специального технологического оборудования (СТО) — уникального для каждого из методов. Наиболее исследованным, эффективным и чаще всего применяемым методом выращивания монокристаллов кремния является метод Чохральского. Для его реализации в промышленных масштабах разработаны многочисленные модели серийного и уникального оборудования, как в РФ, так и за рубежом. СТО для этого метода развивается уже более 40 лет, но усовершенствования продолжают и до настоящего времени. Одной из причин такого развития является предыстория: метод предназначался для выращивания монокристаллов кремния изначально, в основном — для микроэлектроники. Затем, с развитием «солнечной» энергетике, он был попросту «перенесён» в смежную отрасль, тем более — допускающую некоторые «по ослабления» в части качества материала. Поэтому основными задачами разработчиков ростового СТО для «солнечного» монокремния стали проблемы упрощения, удешевления оборудования с целью снижения себестоимости получаемого с его помощью материала.

Развитие отрасли, научные исследования и эксперименты последних лет привели к существенному результату: удалось достичь достаточно высокого уровня КПД и на пластинах более дешевого мульткристаллического кремния, получаемого другим методом

(Бриджмена-Стокбаргера и др.). Эти методы позволяют получать блоки мульткристаллов кремния в виде прямоугольного параллелепипеда (в отличие от цилиндрических монокристаллов по методу Чохральского), что снижает отходы материала при получении из него пластин квадратной формы (для солнечных батарей), причём процесс получения таких блоков не требует прецизионных перемещений узлов и агрегатов в вакууме, что упрощает (удешевляет) конструкции СТО. Производительность установок получения мульткристаллов (по массе выхода кристаллов) может быть в 4–5 раз более высокой, чем установок для выращивания монокристаллов методом Чохральского (при приемлемом качестве получаемого материала).

Однако, в отличие от ростового оборудования для выращивания монокристаллов кремния, СТО для получения мульткристаллического кремния в РФ пока не выпускается. Возможной причиной тому является резкий спад активности исследований и новых разработок в период 1995–2005 гг. (10 лет) в России, а это именно тот период, когда в мире происходил переход на мульткристаллическую технологию (в настоящее время в мировой «солнечной» энергетике используют около 60% мульткристаллов и до 40% монокристаллического кремния). В табл. 8 представлены некоторые сравнительные параметры выпускаемого зарубежного оборудования и проектные параметры СТО отечественных разработок, планируемых к выполнению в 2008–2010 гг.

Для проведения полного сравнительного анализа СТО для производства кристаллического кремния, необходимо принять во внимание и оборудование, выпускаемое для получения монокристаллов кремния «солнечного» качества, т. к. ввиду длительного периода развития данной технологии (метод Чохральского) отечественными и зарубежными фирмами освоен целый спектр ростовых установок, успешно эксплуатируемых на предприятиях отрасли, и уровень их эффективности нельзя не учитывать при сравнениях. Краткие характеристики некоторых наиболее известных моделей представлены в табл. 11.

Анализируя информацию по развитию производства возобновляемых источников

Таблица 10

## Сравнительные параметры СТО для получения мультикремния «солнечного» качества\*

№ п/п	Тип оборудования	Фирма-производитель (страна)	Масса кристалла, кг	Мощность нагревателя, кВт	Габаритные размеры (ширина-длина-высота, мм)	Цена, (тыс. ед.)	Примечание
1	«PPVS-66cm»	«CRISTALOX», (Великобритания)	240	125	3430-4700-4410	1218 (тыс. евро)	—
2	«DSS-260»	«GT SOLAR», (США)	260	165	2900-3800-4100	1500 (тыс. долл. США)	—
3	«MultiCristallizer VGF 732 Si»	«PVA Terra AG», (Германия)	450	330	4000-4500-4500	1500 (тыс. евро)	—
4	«221 УВМ 320»	ФГУП «Красмаш», РФ, г. Красноярск	260	150	3600-4850-4350	860 (тыс. евро)	(проект)
5	«Мультитерм-960»	ЗАО «Термотрон-Завод», РФ, г. Брянск	960	520	4800-5600-4800	1200 (тыс. евро)	(проект)
6	«Мультитерм-450»	ЗАО «Термотрон-Завод», РФ, г. Брянск	450	350	4200-4600-4600	950 (тыс. евро)	(проект)

\* Проектируемые установки (ФГУП «Красмаш» и ЗАО «Термотрон-Завод») имеют существенные конструктивные отличия, учитывающие особенности эксплуатации и инфраструктуру производства в РФ, а также связанные с опытом и квалификацией разработчиков.

Таблица 11  
Сравнительные параметры оборудования для получения монокристаллов кремния «солнечного» качества

№ п/п	Тип оборудования	Фирма-производитель (страна)	Масса кристалла, кг	Мощность нагревателя, кВт	Габаритные размеры кристалла, (d/l), мм	Цена, (тыс. долл. США)	Примечание
1	«КХ-100PV»	«Каух», (США)	80 (115)	140	200/2000	300	
2	«КХ-150PV»		150	190	300/1600	360	
3	«КХ-260PV»		260	350	400/1800	420	
4	«ТСГ-6000»		300	380	300/2500	460	
5	«CZ-150»	«Ferrofluidics», (США)	150	250	300/1600	Нет данн.	
6	«ЕКZ-3,0/1,0»	«Leybold Systems GmbH», (Германия)	100	310	200/2700	Нет данн.	
7	«ЕКZ-3000/300»		300	350	300/3000		
8	«221 УМК 090»	ФГУП «Красмаш», РФ, г. Красноярск	118	150 (180)	150/2000 (200/1600)	400	
9	«Редмет-60МУ»	ЗАО «Термотрон-Завод», РФ, г. Брянск	90 (120)	150	200/1800 (250/1600)	300	Совм. с ПХМЗ
10	«У-250»	ООО «Берег Карбон», г. Москва	90 (120)	150	200/1600	350	Совм. с ПХМЗ
11	«Редмет-30А»	ООО «Завод «Кристалл», г. Таганрог	45 (60)	120	125/1600	140–160	
12	«Деймос-2М»	ЗАО «Донец СТО», г. Луганск, Украина	120	140	200/1800 (250/1600)	400–450	

энергии, ресурсной базы для производства кремниевых ФЭП, росту тарифов на вырабатываемую традиционным способом электроэнергию в мире, проекты развития солнечной энергетики в РФ, а также состояние отрасли по оснащенности специальным технологическим оборудованием, можно сделать вывод о высокой степени актуальности работ, предлагаемых для реализации на перспективу по данному направлению.

### Выводы

Резкое возрастание потребности в СТО для получения кремниевых кристаллов в РФ, связанное с ожидаемым избытком сырья (поликремния), следует ожидать с 2010–2011 гг.; к этому периоду целесообразно предложить новое, эффективное отечественное оборудование.

Новое СТО необходимо развивать по двум направлениям: разработка нового оборудования для получения мультикристаллического кремния, и модернизация ростовых установок (на базе «Редмет-60МУ») для выращивания монокристаллов кремния, но и то, и другое — с высокой производительностью и меньшей удельной материалоемкостью получения кристаллов.

Конкурентоспособными параметрами нового СТО на отечественном рынке на данный период можно (ориентируясь на информационные исследования) считать:

*СТО для мультикремния:*

— производительность — от 450 до 1000 кг/цикл (и более);

— удельная энергоёмкость — 0,52 кВт/кг (и менее);

— стоимость серийной модели «Мультитерм-450» — 900 тыс. евро; «Мультитерм-960» — 1200 тыс. евро.

*СТО для выращивания монокристаллов кремния:*

— производительность — от 150 до 260 кг/цикл;

— удельная энергоёмкость — 1,3 кВт/кг и менее;

— стоимость серийной модели «Термокристалл-300» — до 450 тыс. долл. США.

4) Для выполнения новых разработок и изготовления опытных образцов наукоёмкого СТО на соответствующем техническом уровне требуется укрепление кадровой и матери-

альной базы подразделений промышленных предприятий соответствующего профиля.

Время является самым важным ресурсом в конкурентном соперничестве, при освоении новых рынков, реализации инноваций, научно-техническом развитии. Потери времени иногда приводят к таким колоссальным издержкам, которые могут принципиально повлиять на модель развития экономической системы, и даже превратить страну из лидера в отсталую с точки зрения параметров развития и конкурентоспособности. К середине 2000-х гг. специалисты прекрасно понимали, что мультикремний будет использоваться более широко, нежели монокристаллический кремний, однако в России не производилось специальное технологическое оборудование для производства мультикремния, в отличие от оборудования для монокристаллического кремния. Осознание необходимости возникло, были разработаны ТЗ — технические задания, имелись и разработчики, способные создать новые установки, но не было финансирования, доступного кредита для реализации такого проекта. В итоге — упустили время и опоздали на ещё не освоенный рынок мультикремния, несмотря на то, что спрос на специальное технологическое оборудование по мультикремнию был довольно высок. Сейчас этот рынок активно занимают фирмы США, Германии, Китая, и Россия вынуждена закупать оборудование, попадая в зависимость от иностранных технологических возможностей.

На российских промышленных предприятиях сложилась уникальная ситуация: с одной стороны, разрыв кооперационных связей при дезинтеграции страны привёл вроде бы к необходимости восстановления производственно-технологической кооперации, чтобы воссоздать производственный цикл, но, с другой стороны, высокий монополизм, усугубленный выводом и растратой отдельных активов и утратой целых направлений производственной деятельности, провоцирует модель «снятия сливок» практически с любого заказа. Данная модель настолько институционализирована, что российским промышленным предприятиям не выгодно заказывать комплектующие, узлы и детали машин на стороне: если можно их не заказывать и производить у себя, то такие предприятия на-

лаживают собственно производство узлов и деталей, которые ранее никогда не производились, а покупались у специализированных предприятий.

Проведенный в этом разделе анализ показывает, как экономисты не могут учесть «внутренних» процессов в секторах, причём не просто в каких-то секторах, а обеспечивающих самый высокий инновационный динамизм. Не понимая физики процесса, способов совершенствования техники, проектирования изделий, чистые экономисты или управленцы, даже наиболее квалифицированные из них, выносят решения в целом по таким секторам, не представляя содержательной части и условий по её изменению. Существующие теории, разумеется, также не могут уловить указанного содержания, диктуемого физикой и химией процессов, логикой инженерных и технологических решений.

Развитие средств производства, а здесь велась речь исключительно о машиностроении и микроэлектронике (электронном машино- и приборостроении), должно стимулироваться и напрямую контролироваться государством (в государственных и частных корпорациях — посредством заказов, форм частно-государственного партнёрства и иных способов), потому что проблема производительности и технического уровня средств производства — это проблема стратегической конкурентоспособности, национальной безопасности, будущего развития науки, техники, образования. К тому же именно средства производства становятся способными или не способными произвести должную величину потребительской массы и даже программиро-

вать потребительский спрос за счёт создания таковой массы продуктов. В свою очередь, спрос на средства производства зависит от потребности в них, которая определяется тем, какие продукты создаются для внутреннего потребительского рынка и для внешних рынков. Если имеются конкурентные проблемы и проблемы контроля над собственным отечественным рынком потребительских благ, выход открывается в том, чтобы создавать новые средства производства, которые бы в ближайшем или отдалённом будущем создали возможность нового конкурентного положения с увеличением доли рынка и повышением уровня контроля над ним. Следовательно, важнейшей задачей государства становится задача обеспечить создание и опережающую разработку и производство новых средств производства для создания новых видов потребительских благ в потребительской экономике. Пример с мульткристаллическим кремнием является в этом смысле довольно показательным. Кроме того, следует учитывать структурный аспект развития сектора и задачу экономической политики ставить в преломлении выправления структуры к наиболее целесообразной за указанный период. Такая постановка задачи связана обычно с восстановлением позиций сектора. Если же за рассматриваемый период наблюдается постоянное структурное улучшение, то цель получения пропорции должна быть поставлена заранее экзогенно, а используемый инструментарий для её достижения — проходить постоянную проверку на целесообразность применения по малым приращениям в ходе движения по направлению к цели.

*Поступила в редакцию*

*23 октября 2012 г.*



**Олег Сергеевич Сухарев** — доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник института экономики РАН, профессор кафедры «Государственное управление» Финансовой академии при Правительстве РФ, профессор Государственной академии специалистов инвестиционной сферы (ГАСИС), профессор кафедры «Экономическая теория» Экономической академии им. Г. В. Плеханова.

Руководитель и участник исследований по проблемам институционально-эволюционной теории, макроэкономического развития, управления промышленными системами (инновациями) и экономической политики. Автор более 140 научных работ, включая 15 монографий и 3 учебных пособия для студентов вузов по курсу «Институционально-эволюционная теория».

Лауреат золотой медали Российской Академии наук за 2003 год. Действительный член Академии наук социальных технологий и местного самоуправления.

**Oleg Sergeevich Sukharev** — Ph.D., doctor of economics, chief research officer of RAS Economic Institute, professor of RF Government Financial Academy's «Public administration» department, professor of Investment Sphere's Specialists State Academy (GASIS), professor of Economic Academy of G. V. Plekhanov name's «Economic theory» department.

Chief and participant of numerous researches, devoted to problems of institutional and evolutionary theory, macroeconomic development, production systems (innovations) managing and economic policy. Author of more than 140 scientific publications, including 15 monographs and 3 treatises for high school course «Institutional and Evolutional Theory».

Laureate of Russian Academy's of Science gold medal in 2003. Full member of Academy of Social Technologies' and Local Government's Sciences.

117218, г. Москва, Нахимовский просп., 32  
32 Nakhimovskiy pr., 117218, Moscow, Russia  
Тел.: +7 (499) 724-13-89; факс: +7 (499) 129-08-88; e-mail: cee@inecon.ru, o\_sukharev@list.ru



**Сергей Олегович Сухарев** — кандидат технических наук, заслуженный машиностроитель РФ, почетный работник электронной промышленности России, занимал должности первого заместителя директора НИИ «Изотерм» (г. Брянск), директора НИИ «Изотерм», председателя совета директоров, главного конструктора, начальника отдела термодиффузии и др. В настоящее время — начальник отдела инноваций и разработок ОАО «Термотрон-завод».

**Sergey Olegovich Sukharev** — Ph.D., Candidate of Technics, Honored mechanician of the Russian Federation; Honored worker of Russian electronic industry. Former head deputy director and former director of The Scientific Research Institute «Isoterm» (Bryansk), former head of the directors' board, head designer, head of the thermal-diffusion research department, etc. Now heads the department of researches and innovations of the «Thermotron-zavod» joint-stock company.

241031, г. Брянск, б. Щорса, 1  
1 Shchorsa blvd., 241031, Bryansk, Russia  
Тел.: +7 (499) 724-13-89; e-mail: cee@inecon.ru, o\_sukharev@list.ru

---

---