

Электроника как одна из основ национального суверенитета

Александр Гордеев

Gordeev.gai@mail.ru

Современные тенденции развития электроники

Двигатель экономики — торговля, а кровь ее — электроника. Экономика — отражение государственной политики в области инноваций, в которой господство обеспечивает превосходство в электронике. Мировая электроника развивается по следующим направлениям: рабочая температура, мощность, гиперскорость, радиационная стойкость.

Исходя из информационных источников и практического опыта, можно сделать следующие выводы.

1. В 2015 г. в России (в рамках LPE i-GaAs-проекта нашей команды) и в Германии появятся первые серийные силовые приборы с рабочей температурой эксплуатации $T_{\text{окр.ср.}} = +250$ °С, т. е. являющейся в 2 раза более высокой, чем у кремниевых и карбид-кремниевых приборов.

В 2018–2020 гг. на основе полупроводниковых соединений $A^{III}B^V/A^{IV}B^{IV}$ рабочая температура эксплуатации полупроводниковых приборов удвоится и достигнет значений $+500...+600$ °С. К 2025 г. будет налажен серийный выпуск сверхвысокотемпературной электроники на базе углерода с рабочей температурой $+900...+1000$ °С.

2. Достигнутый в США частотный диапазон в 2000 ГГц к 2020 г. увеличится в сотни раз (связь, цифровая техника, медицина, лучевое оружие и др.).

3. Созданные в Европе экспериментальные образцы лазерных излучателей на основе соединений $A^{III}B^V$ с фантастическими значениями генерации импульсной мощности до 10^{23} Вт/см² за 10^{-14} с, с миллионами ампер давления (фактически, приведенная импульсная мощность эквивалентна мощности Солнца за указанный промежуток времени) открывают возможности для создания гиперэнергетической электроники. При топологической наноразмерности ниже 4 нм (40 Å) полупроводниковая теория проводимости теряет смысл. Наноэлектроника с планарной размерностью менее 4 нм (40 Å) приведет к созданию абсолютно новой высокоэнергетической электроники, со скоростями движения

носителей заряда, практически близкими к скорости света (в 1000 раз большими, чем принято в теории физики полупроводников). Принципы работы таких приборов (баллистика и перемещение заряда) лежат вне пределов современной физики полупроводников. Американцы приступят к фундаментальным исследованиям новой наноэлектроники в 2015 г.

4. В ближайшие годы будут созданы теоретические и практические предпосылки для достижения высокотемпературной сверхпроводимости, с плотностями тока, на порядок большими, чем у металлов. Появится так называемая атомно-оболочечная нано- и субнаноэлектроника с частотами генерации/излучения детектирования в радиоактивном диапазоне (8×10^{16} , вплоть до 10^{20} Гц и выше) и с энергией квантов от 10^3 до 10^6 эВ, в то время как энергия оптических лазеров — 1,5–3 эВ. Значимость такой нано- и субнаноэлектроники не поддается оценке.

5. Наноамперная слаботоковая электроника и даже пикотоковая спиновая электроника (спинтроника) без перемещения элементарного заряда — электрона — приведет к бестепловой генерации/детектированию спинового тока, а это исключительно важно для создания информационных систем нового поколения.

Перечисленные достижения в области высокоэнергетической нано- и субнаноэлектроники с большой долей вероятности приведут к новым исключительным возможностям:

- замене углеводородов (нефти, газа, угля) на воду (атомно-водородная энергетика), причем реальность появления такой технологии в ближайшее десятилетие очень высока;
- управляемому термоядерному синтезу;
- сверхмощной пучковой энергетике в ближнем космосе;
- фотонным, спин-электронным и квантово-ионным компьютерам с огромной скоростью обработки и передачи информации;
- возможному превышению скорости света в твердых телах (оболочечно-атомная электроника);
- комнатной идеальной сверхпроводимости;

- созданию портативных аналогов Солнца (солнечная светотехника) и др. Фантастические на первый взгляд, перечисленные технологии с огромной вероятностью реальны и способны привести к резкому изменению качества жизни человека и биосреды его обитания.

Технологический уровень

Мировая электроника в 2013 г. впервые шагнула в наноэлектронику. Компания Intel преодолела рубеж в 10 нм, а в 2015 г. планирует разработать технологию с проектными нормами 7 нм. Мировой уровень достигнутых топологических размеров КМОП СБИС приведен в табл. 1.

Большинство отечественных фирм придерживаются проектных норм 0,5–2 мкм (табл. 2).

Внешний и внутренний рынок ЭКБ

На рис. 1 представлены величины фактического и прогнозируемого мирового рынка полупроводниковых приборов (в миллиардах долла-

ров), а также фактические и прогнозируемые доли российского рынка и величины экспортируемых ЭКБ.

На рис. 2 показано, как распределились (в миллиардах долларов) к окончанию 2013 г. четыре группы ЭКБ.

На рис. 3 приведено распределение (в миллиардах долларов) на внутреннем рынке цифровых и аналоговых СБИС, ЭКБ силовой электроники, СВЧ-приборов, дисплеев и сенсоров, а также прочего.

Таблица 1. Технологический уровень и стоимость

	L, нм	Компании	Стоимость технологии, млрд \$
Субнаноэлектроника	0,01–1	–	>100
Наноэлектроника	1	–	
	4	–	
	7	Intel	>20,0
	10	Intel	>15,0
Субмикроелектроника	14	Intel	10,0
	20	GlobalFoundries	8,0
	30	TSMC, Samsung, IBM, SMIC	7,0
	40	Fujitsu	3,0
	50		
	60		
	70		
	80		
	90	«Микрон»	0,8
	100		
	110		
	120		
	130		
	140		
	150		
	160		
170			
180	ОАО «Ангстрем»	0,3	
190			
200			

Таблица 2. Достигнутый или прогнозируемый* (2015) технологический уровень некоторых российских предприятий в области электроники

Компания (город)	Потолочные нормы, нм	Материалы	Технология
ОАО «НИИМЭ и Микрон» (Зеленоград)	90–65	Si, Ge/Si, GaN*, GaAs	КМОП, БиКМОП, ДМОП, Trench, биполярная
ОАО «Ангстрем» (Зеленоград)	180–800	Si, KHC, SiC*	КМОП, БиКМОП, Trench, ДМОП, биполярная
ОАО «НПП «Завод Искра» (Ульяновск)	5000	Si	Биполярная
ЗАО «ВЗПП-Микрон» (Воронеж)	500	Si, SiC*	КМОП, биполярная, ДМОП, JFET*
ОАО «ОКБ-Планета» (Великий Новгород)	500	Si, GaAs, SiC*, GaN*	Биполярная, MESFET, НЕМТ*, НВТ*
ЗАО «Группа Кремний Эл» (Брянск)	500	Si, SiC, KHC, GaAs*, GaN*	Биполярная, КМОП, ДМОП, JFET*, НВТ*
ОАО «НЗПП с ОКБ» (Новосибирск)	2000	Si	Биполярная, КМОП (молибден)
ОАО «НПП «ПУЛЬСАР» (Москва)	180–500	Si, GaN, GaAs, SiC	Биполярная, КМОП, ДМОП, MESFET, НЕМТ, НВТ, JFET
ОАО «НПП «Исток» (Фрязино)	180–500	GaN, GaAs, Si, SiC*	НЕМТ, MESFET, НВТ, JFET
ОАО «НИИПП» (Томск)	500	GaAs, Si, GaN	Биполярная, НЕМТ, MESFET

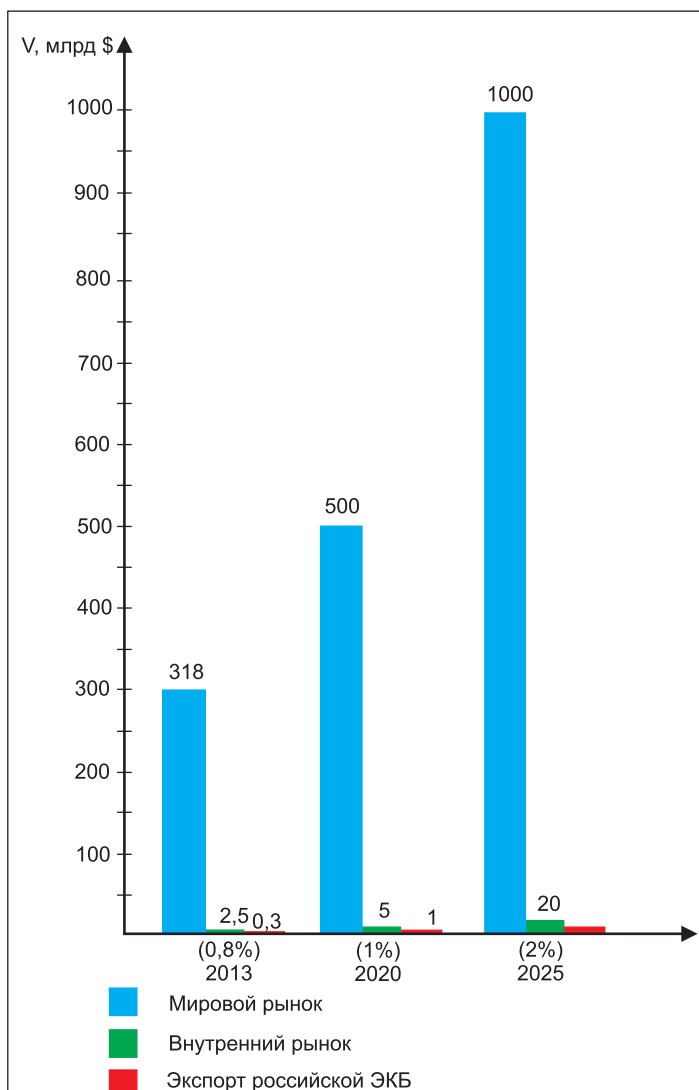


Рис. 1. Величины мирового рынка ЭКБ, а также фактическая и прогнозируемая доля России на мировом рынке полупроводниковых приборов

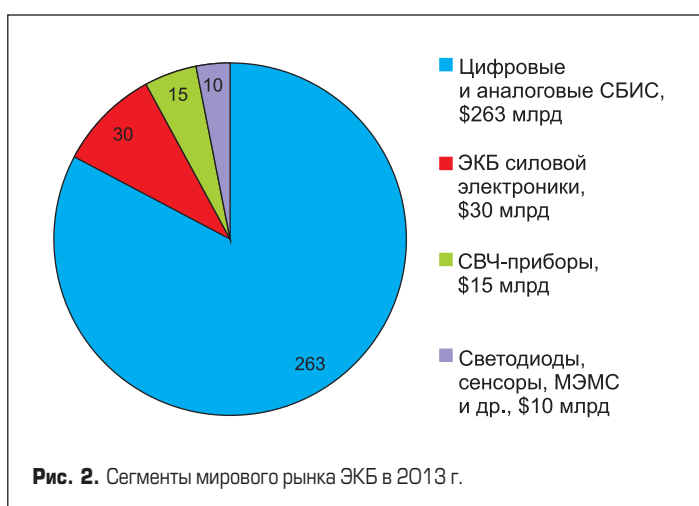
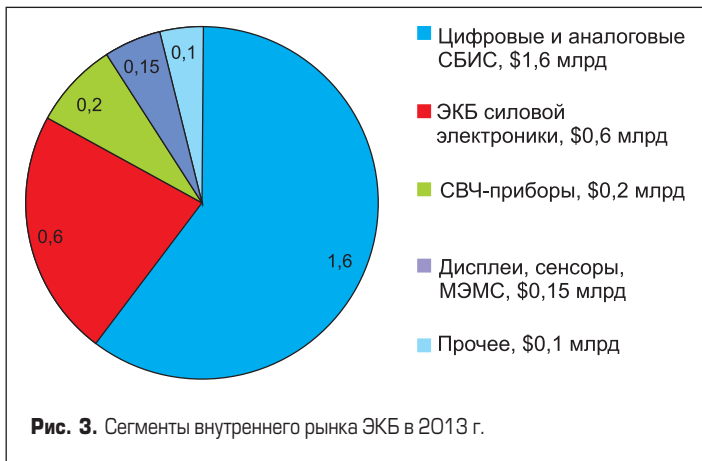


Рис. 2. Сегменты мирового рынка ЭКБ в 2013 г.



Следует отметить, что в настоящее время продукция военного и специального назначения составляет более 40% объема всего российского рынка электронных компонентов. Изображенная на рис. 4 диаграмма дает представление о величине (в процентах) отраслевой сегментации отечественного рынка электронных компонентов, имевшего в 2012 г. объем \$ 2522 млн.

Базовые основы электроники

Уровень электроники определяется комплексным развитием в следующих направлениях:

- фундаментальные исследования;
- уникальные материалы;
- прецизионное оборудование;
- прорывные технологии.

Ко всему перечисленному следует добавить еще и наличие сочетания возможностей таланта и исключительно высокого уровня господдержки.

Для развития отечественной электроники необходимы:

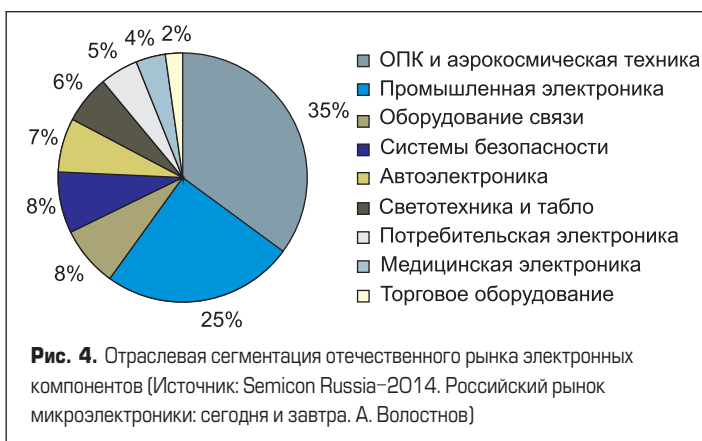
- сверхбыстрый рост экспортной доли отечественной электроники на мировом рынке и возрождение мирового лидерства;
- создание инновационных продуктов с выраженными свойствами монополизации отдельных сегментов мирового рынка, причем в первую очередь в странах Большой восьмерки;
- создание уникальных радиоэлектронных систем в области телекоммуникаций, цифровой связи, телеметрии, ЦАФАР, цифровых систем, лучевой сверхэнергетики и др.

Вот такого результата в электронике ждет наше Отечество от нас — профессионалов-разработчиков, ученых, инженеров. А государству, в свою очередь, очень важно оказать необходимую поддержку по перечисленным выше направлениям развития электроники.

А теперь — о некоторых особенностях развития данных направлений.

Фундаментальные исследования

Фундаментальные исследования — вотчина таланта. А инновация — это не что иное, как новое физическое явление, открытие, на базе которого



создаются уникальный материал, уникальное оборудование, уникальная технология и, в итоге, — новый продукт, пользующийся огромным спросом. Анализ зарубежной информации позволяет сделать вывод, что наибольшая активность наблюдается в следующих направлениях развития электроники:

- экстремальная электроника (увеличение рабочей температуры эксплуатации и радиационной стойкости в несколько раз по сравнению с кремниевой электроникой);
- повышение скорости обработки и передачи информации от терагерцевого диапазона к радиоактивному;
- развитие гиперэнергосплотной электроники (с энергоплотностью луча до 10^{23} Вт/см² за 10^{-14} с). Здесь ожидается фундаментальный прорыв по энергообеспечению и энергобезопасности планеты;
- идеальная проводимость и прогнозируемая сверхпроводимость при комнатной температуре (безударный, безрассеянный дрейфовый пролет электронов, сверхполевая туннельная прозрачность [1]);
- глубокая ионизация атомов кристаллической решетки (атомно-орбитальное расщепление), квантово-ионная память с немислимыми быстродействием и плотностью;
- LPE i-GaAs-материал дает теоретические и практические предпосылки для создания новых типов источников электроэнергии объемного «бессолнечного» типа взамен солнечных батарей («черный ЭДС-ящик»), что, вероятно, будет неплохим подспорьем для космических аппаратов.

Одним из перспективных направлений будет СВЧ силовая электроника с $di/dt > 10^{12}$ А/с (точнее, десятки-сотни А/нс; единицы-десятки А/пс). Она найдет применение в ВЧ-электроприводе с магнитной левитационной подвеской, в процессе создания локальных магнитных аномалий в тропо- и ионосфере, сверхмощных ФАР, РЭП-ЭМИ, лазерного или пучкового оружия, сверхкомпактных энергоплотных преобразователей электроэнергии и т. д. При этом, что очень важно, будет допустима рабочая температура до +300...+320 °С. СВЧ силовая высокотемпературная электроника, по сути, является новой платформой для гиперзвуковых летательных аппаратов и даже мини-БПЛА (с более сотен тысяч оборотов в минуту).

Нет смысла и далее перечислять возможные направления фундаментальных исследований в микромире электроники, они так же бесконечны, как и сама Вселенная.

Уникальные материалы

В отечественном электронном материаловедении достаточно различных проблем: нет производства бездислокационного кремния Ø8 и 12 дюймов, практически свернуто производство «солнечного» кремния, в мизерных количествах производится GaAs-монокристалл. Да и мировая электронная индустрия не блещет успехами в области электронных материалов: «топчется» по политипам 6Н-, 4Н-SiC из-за сложностей, например связанных с ограничением создания биполярных приборов на основе ЭДП — с коммутацией проводимости (SF-эффект), или вызванных радиационной стойкостью — SiC MOSFET.

В мощной GaN-электронике из-за отсутствия «вертикальной» технологии тоже хватает задач, требующих решения. В СВЧ-электронике на базе GaN все строится на униполярном проводящем туннеле. Да и здесь ситуация иногда заходит в тупик из-за коллапса тока или неспособности гексагональных монопостроений выдерживать перегрузки по напряжению, близкие к критической электропрочности.

Свершено очевидно, что на Западе интенсивно ведутся работы не только в области широкозонных материалов. В излучательной сверхинжекции особую ценность представляют так называемые «прямоходные» электронные материалы на основе кристаллов A^{III}B^V с устойчивой кубической структурой построения кристаллографической решетки. К этим уникальным по свойствам материалам относится наш «кварцевый» LPE i-GaAs-монокристалл.

Прогнозируемая динамика мирового рынка электронных материалов (в процентах) показана на рис. 5.

Следует еще раз подчеркнуть, что электронное материаловедение требует огромных материальных и интеллектуальных ресурсов, системности и неординарных подходов.

Оборудование

Самое сложное в деле развития отечественной электронной индустрии — обеспечение ее уникальным прецизионным оборудованием. Если сравнить данные табл. 1 и 2, то станет ясно, что здесь предстоит провести огромную работу. В электронной индустрии необходимы технологии уровня AMD или ASML. Кстати, следует отметить, что Китай пока тоже не владеет AMD-или ASML-технологией производства наноэлектронного оборудования.

Прорывные технологии

Ассоциировать создание прорывных технологий в электронике с наличием сверхсовременного оборудования не всегда логично. На примере нашего LPE i-GaAs-монокристалла те же униполярные СВЧ-приборы на микроновской линейке с размерностью 90 нм не уступят, а точнее, даже превзойдут 65-нм СВЧ-приборы на полупроводниковом GaAs. Но, к сожалению, для создания установки, на которой можно выращивать «кварцевый» LPE i-GaAs-материал, требуется оборудование, на которое у нас пока имеются только эскизы.

Стоит подчеркнуть, что кварцевый LPE i-GaAs-материал дает возможность воспроизвести на качественно более высоком уровне практически все созданные в мире приборы на основе кремния, карбида кремния, нитрида галлия, за исключением разве что мегаваттных ГТО. А в таких областях, как СВЧ-приборостроение, цифровая техника, квантовая электроника, его не с чем даже и сравнивать. Вдумайтесь, на чем построены ла-

зеры, можно ли создавать СВЧ HBT со сверхплотной электронной массой на основе GaN либо SiC или разрабатывать лавинные, доменно-лавинные СВЧ-приборы — диоды и транзисторы Ганна, ЛПД и лавинно-пролетные транзисторы, гиперскоростные MOSFET со скоростью пролета в индуцированном канале, которая в 20–50 раз выше, чем в Si, GaN, SiC. Наивно сравнивать возможности «кварцевого» LPE i-GaAs с обеспечиваемыми Si, SiC и GaN. Схематично новая электронная индустрия, не имеющая аналогов в мировой практике, представлена в табл. 3.

Импортозамещение

Эмбарго «встрянуло» электронную промышленность. На фоне лозунгов, что «Азия нам поможет», решение Президента РФ о принятии к исполнению Программы импортозамещения является исключительным по своей ценности и необходимости для России. Запад неожиданно обнаружил, что, кроме вхождения Крыма в состав России, также был дан старт к возрождению стратегически важной электронной отрасли. Программа предусматривает воспроизводство от 1000 до 1300 аналогов для покрытия дефицита в радиоэлектронном оборонном секторе, особенно в области СВЧ и радиационно-стойкого приборостроения, который достиг уровня в 80–85% (по оценке Института космической политики). Отечественным электронным предприятиям, ОКБ и НИИ предстоит напряженная работа в течение ближайших полутора-трех лет. Цена вопроса, по моей оценке, составляет приблизительно \$ 2,5 млрд, но результат того стоит.

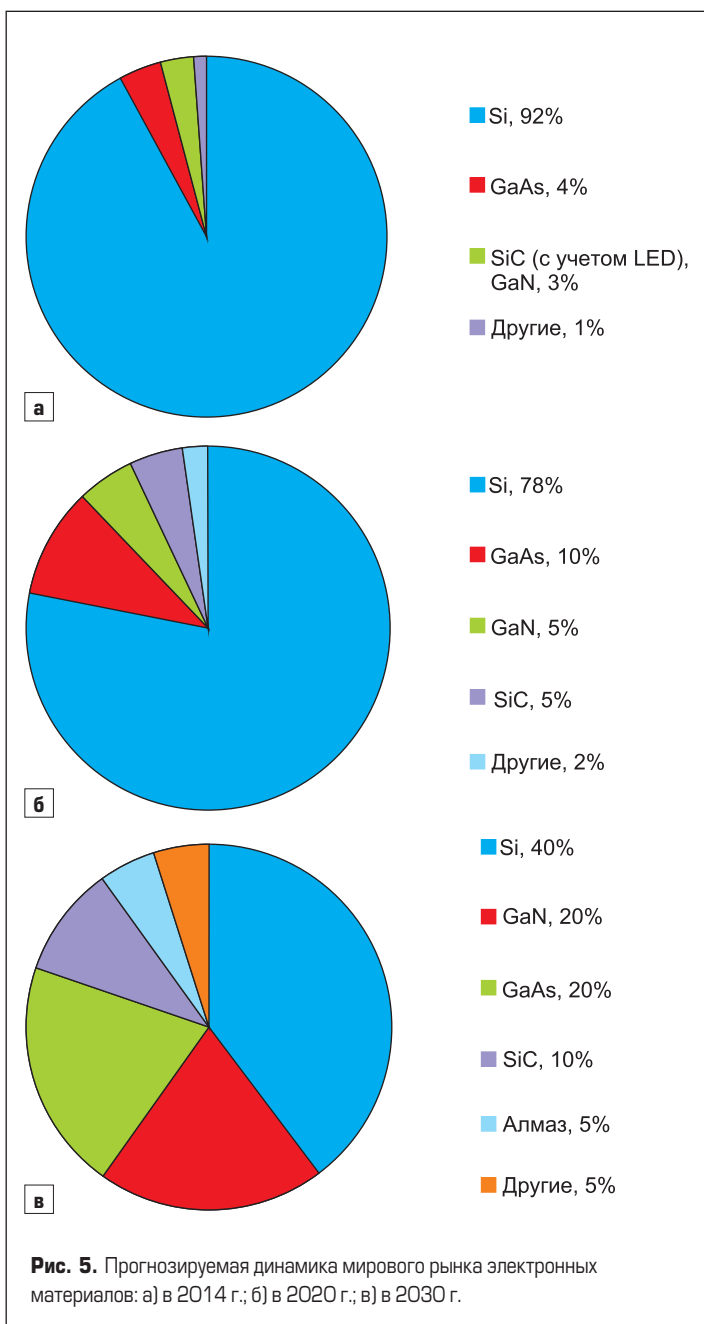


Рис. 5. Прогнозируемая динамика мирового рынка электронных материалов: а) в 2014 г.; б) в 2020 г.; в) в 2030 г.

Таблица 3. Классификация сегментов электроники, классов и групп электронных приборов, спроектированных по технологии LPE i-GaAs-монокристаллов

Сегменты электроники	Продукты	Диапазон частот
Силовая электроника	COOL-диоды (двухинжекционные диоды), ультра-быстровосстанавливающиеся биполярные диоды, диоды Шоттки, в том числе с U _{FO} = 0; лавинно-доменные транзисторы, лавинно-пролетные диоды, динисторы, тиристоры с управляющим электродом, тиристоры с МОП-управлением, фототиристоры, МОП-транзисторы, биполярные транзисторы с изолированным затвором, полевые транзисторы со статической индукцией (с р-п-управлением), оптополевые транзисторы, оптобиполярные транзисторы, силовые драйверы, микроконтроллеры, датчики контроля температуры, фотонные датчики, стабилитроны(варикапы)...	0,5–30 МГц
СВЧ-электроника	Полевые транзисторы с р-п-переходом, МОП-транзисторы, гиперскоростные р-и-п-, n ⁺ -i-n ⁺ -диоды, диоды Шоттки, ЛПД, лавинно-пролетные транзисторы, лавинно-доменные транзисторы, оптополевые гетеротранзисторы, комплементарные гетеротранзисторы, варикапы с супердобротностью, HEMT (транзисторы с высокой подвижностью электронов), MESFET-транзисторы (с затвором Шоттки), таймер-транзисторы, транзисторы на основе ДООС (отрицательное дифференциальное сопротивление), n ⁺ -i-n ⁺ -транзисторы, ВОЛС (волоконно-оптические линии связи) — оптомодуляторы, квантовые трансформаторы, МЭМС, фазовращатели, коммутаторы, фотонные смесители, фотонные линии задержки, ЭМИ-волнорезы, умножители напряжения, СВЧ-стабилитроны, СВЧ электронные приборы для освещения с солнечным спектром ионно-реактивных двигателей...	0,3–300 ГГц
Терагерцевая электроника	Полевые транзисторы с р-п-управлением, гетеро-биполярные транзисторы, униполярные n ⁺ -n ⁺ -транзисторы, униполярные n ⁺ -n ⁺ -диоды, фототранзисторы, фотодиоды, когерентные генераторы, некогерентные (регулируемые) генераторы, преобразователи фотонной скорости («скорости света» — C/v в баллистическую скорость в твердом теле), ССИС, ВОЛС, плазменные генераторы...	0,3–300 ГГц
Баллистическая электроника (твердо-вакуумная атомно-оболочная)	Приборы с безрассеянным пролетом, холодный катод, плазменные транзисторы, генераторы водорода из воды, радиоактивная локация, радиационные лазеры...	300–30 000 ТГц
Фотонные приборы	Акустические приборы, ВОЛС, интерференционные (смесительные) приборы, приборы с амплитудно-фазовой модуляцией (АМФ), фотонные вентили, фотонная память, умножители частоты, безынжекционные лазеры, некогерентные генераторы, инжекционные (объемные) лазеры, LED, инфракрасные и солнечные батареи	1,0–10 ¹⁷ Гц
Цифровые системы и устройства	n-МОП СБИС, КМОП-СБИС, Би-КМОП СБИС, ССИС, БМК, опто-ПЗС, фотонные вентили, фотонные АЦП/ЦАП, интерференционная фотонная (оптическая/интерференционная) память, память на основе молекулярного SBD As/GaAs...	1000–10 000 Гбит/с
Функциональная электроника	ВОЛС, датчики температуры, умножители частоты, датчики гамма-излучения, датчики нейтронного излучения, фотонные вентили, гетеро-МЭМС, оптические модуляторы, инфраоптические приемники (в том числе фотовольтаика), объемно-акустические системы...	1,0–10 ¹¹ Гц

Однако нельзя не думать о будущем отечественной электроники, являющейся «щитом и мечом» государства. Ведь в Программе импортозамещения речь идет о приборах десятилетней давности (разработка подлинника, серия, в прошлом — приобретение/испытание в наших системах, эмбарго, разработка аналога, испытания в системе, серия).

Современные системы вооружений требуют оснащения сверхновой элементной электронной базой, чтобы на ее основе можно было создавать мощные системы ответного удара/подавления. Полагаю, что для решения именно такой задачи должна быть разработана новая Программа развития электроники. Нужно работать на опережение, чтобы отечественная электроника стала лучшей.

Инновации

В России создание наукоемких технологий всегда отличалось самоубийственностью. Рассмотрим некоторые национальные особенности, которые привели к разработке Программы импортозамещения в электронике.

Как известно, с 2008 г. в России реализуется ФЦП «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники на 2008–2015 годы». Основной задачей ФЦП является «...обеспечение радиоэлектронных средств и систем, в первую очередь систем, имеющих стратегическое значение для страны, российской электронной базой необходимого технического уровня...». На эти цели (в течение 2008–2015 гг.) было выделено 111 млрд руб. из средств федерального бюджета (с учетом 2015 г.).

И что же мы имеем через шесть лет? В итоге мы получили Программу импортозамещения, практически нулевой экспорт микроэлектроники в страны Большой семерки, унизительную долю присутствия на мировом рынке в виде десятых долей процента и, в придачу, практически катастрофический технологический разрыв (который в какой-то степени сдерживается ОАО «НИИМЭ и Микрон»). В общем, текущая ФЦП — это не что иное, как Программа импортозамещения. В ней практически нет ни одной НИОКР с опережением мирового уровня. Отвечает ли это интересам государства? Конечно, нет. Но и закрывать эту Программу неразумно и опасно. Ее стоит реформировать в Федеральную инновационную программу по ЭКБ — «ФИП по ЭКБ и радиоэлектронике», обеспечивающую решение следующих задач:

- создание прорывных технологий и опережение мирового уровня в электронике;
- обеспечение национальной безопасности;
- диверсификация и развитие экономики;
- национальная монополизация отдельных сегментов мирового рынка микроэлектроники.

В России на стадии фундаментальных исследований и в стартовых проектах находится множество инновационных решений в области электроники. Они ждут своего часа для практического дизайна и промышленного воплощения, но очень часто на их пути встают «компетентные мнения», порождающие сплошные проблемы, т. е. проблемы для России.

К числу прорывных, инновационных проектов относится LPE i-GaAs-проект. Созданные в результате его реализации продукты способны значительно потеснить все, что представлено на мировом рынке на основе Si, GaN, SiC, InP и других материалов. С 2009 г. мы активно пытаемся поставить проект на ноги, но негативная «акустика» ряда НТС в Москве и ее окрестностях упорно препятствовала его продвижению [2]. Но тем не менее он получил господдержку: Минобрнауки РФ все-таки начало финансирование НИР «Разработка технологии получения эпитаксиальных гетероструктур арсенидов галлия и алюминия для нового поколения силовых приборов» (LPE i-GaAs-технология). Исполнитель — Институт физики микроструктур РАН, г. Н. Новгород (протокол № 3/21 от 24.09.14 г. по лоту № 1, шифр 2014-14-579-0096). Я считаю, что это неординарное событие не только в отечественной, но и в мировой электронике. Кстати, ФТИ им. А. Ф. Иоффе (ведущий научный сотрудник которого в феврале 2014 г. сделал негативное заключение по нашему проекту для подмосковного НТС) принял активное участие в упомянутом конкурсе Минобрнауки РФ по лоту № 1 (см. протокол № 3/21).

Наше взаимодействие с финской компанией Veneq и, в перспективе, с фирмой Picosun, с вузовской наукой г. Саранска, Зеленограда, С.-Петербурга открывает дорогу для решения такой одной из основных задач, как создание технологии пассивации i-GaAs-переходов широ-

козонными материалами, а также МОП GaAs-технологии на основе ALD (атомно-слоевого осаждения). Это ключ к созданию скоростной (2–50 МГц) силовой высокотемпературной (250–350 °С) электроники (до 1700 В) и сверхнеобходимой ОПК РФ униполярной и биполярной технологий для малощумящих (менее 0,3 дБ) радиационно-стойких высокотемпературных (до +250 °С) аналоговых и цифровых систем (3–5 В, до 100 ГГц) на отечественных промышленных линейках. Следует подчеркнуть, что еще нет мировых аналогов i-GaAs-проекта.

Роль государства

Ниже приведены интегральные показатели доли господдержки электронной индустрии в России и некоторых зарубежных странах. К примеру, в США доля такой господдержки в процентах (в миллионах долларов) от ВВП составляет 1,0 (16 244 600), в Израиле — 2,5 (242 929), в Германии — 0,4 (3 428 131), в Китае — 0,8 (8 227 103), в России — 0,18 (2 014 775).

Мое поколение профессионально выросло в условиях МЭП СССР, и у нас, естественно, старый взгляд на систему и структуру электронной отрасли РФ. Поэтому я полагаю, что необходимо сделать следующее:

- объединить работу отраслевых агентств, департаментов, концернов с госучастием, разного рода фондов в единое Министерство электронной промышленности во главе с министром, предположим Первым заместителем Премьера РФ;
- отдельной строкой в структуре оборонного бюджета создать единый бюджет электронной отрасли объемом не менее 10% военного бюджета;
- принять ряд законодательных актов с целью создания наиболее благоприятных условий для развития электроники.

Законодательная база для электроники

Опережающий уровень развития электроники обеспечивают подлинные инновации, т. е. создание таких продуктов и технологий, которых еще не было. Для этого необходимы реструктуризация и обновление законодательной базы в области наукоемких технологий.

Думаю, что было бы целесообразно разработать следующие законы РФ:

- Закон о кадровой подготовке молодого поколения и его социальной поддержке.
- Патентный закон РФ, отвечающий духу времени (взамен подмены его ГК РФ).
- Закон об инновациях и их стимулировании, о порядке финансирования не «импортозамещающих», а прорывных НИОКР.
- Закон о правах и охране интеллектуальной собственности и авторского права в наукоемких технологиях (более жесткий в части статей УК РФ, связанных, например, с хищениями, как это сделано в Англии).
- Закон о бюджете Министерства электронной промышленности Российской Федерации (МЭП РФ).
- Закон о ФИП.
- Закон о судебном производстве по охране интеллектуальной собственности.

Заключение

1. «Сланцевая» революция, нефтеполитика Аравийского полуострова, расконсервированная нефть Ирана и т. д. высветили острейшую потребность в диверсификации нашей экономики.
2. Назрела необходимость в новых государственных подходах и реформах в области прорывных технологий, особенно в таком стратегическом секторе, как электроника.

Литература

1. Войтович В., Гордеев А., Думаневич А. Новая экстремальная электроника на основе LPE i-GaAs-монокристаллов // Современная электроника. 2014. № 6.
2. Войтович В., Гордеев А., Думаневич А. Чем заменить SiC-диоды Шоттки? // Силовая электроника. 2009. № 5.