

CHIPS Act и некоторые аспекты совершенствования экосистемы НИОКР в США

Б. Авдонин, д. э. н.¹, М. Макушин²

УДК 621.37 | ВАК 2.2.2

В рамках борьбы за сохранение мирового доминирования США уделяют большое внимание стимулированию развития полупроводниковой промышленности (и, прежде всего, микроэлектроники) – как основы развития отраслей радиоэлектронного комплекса и модернизации экономики в целом – на новом технологическом уровне. Важным аспектом этой борьбы является совершенствование экосистемы НИОКР этой отрасли – как с точки зрения организации совместных работ заинтересованных сторон, так и с точки зрения подготовки исследовательских кадров. Одним из инструментов борьбы является национальное законодательство и его воздействие на сотрудничество США с союзниками в деле развития полупроводниковой промышленности и ее экосистемы НИОКР.

Созданные в соответствии с Законом о создании полезных стимулов для производства полупроводниковых приборов в Америке (Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors for America Act, CHIPS Act) и его итоговым вариантом CHIPS and Science Act Национальный центр полупроводниковых технологий (National Semiconductor Technology Center, NSTC) и Национальная программа по освоению в производстве полупроводниковых приборов перспективных методов корпусирования (National Advanced Packaging Manufacturing Program (NAPMP)) играют важную роль в совершенствовании экосистемы НИОКР данной отрасли. При этом одна из задач – увеличение числа инноваций, достигающих реализации на рынке [1, 2].

Действительно, по мере того как потенциальная инновация переходит от этапа новой идеи к этапу внедрения в поточно-массовом производстве, уровень сотрудничества между различными организациями в экосистеме меняется. Фундаментальные научно-исследовательские работы не только расширяют базу знаний, но и олицетворяют предконкурентную фазу НИОКР. Именно поэтому на данном этапе возможно не только наиболее широкое сотрудничество между частнопромышленными корпорациями, правительственными ведомствами и другими организациями (университеты, бесприбыльные

научно-исследовательские организации), но и отсутствуют ограничения, связанные с цепочками поставок или факторами конкуренции. Затем, по мере приближения потенциальной инновации к использованию в поточно-массовом производстве, факторы конкуренции и целостности цепочек поставок приобретают все большее значение. В результате, нарастающий объем НИОКР реализуется внутри заинтересованных организаций, а не между ними. Более того, если на первых этапах НИОКР, как правило, наибольший объем ассигнований приходится на государственные ведомства, университеты и бесприбыльные организации, то на этапах коммерциализации превагирует финансирование частнопромышленных фирм. Соответственно, возникает определенный промежуток, в котором доступного финансирования хватает не на все работы, и это одна из причин, по которой не все потенциальные инновации достигают этапа поточно-массового производства. Этот промежуток получил название «Долина смерти» (рис. 1).

Другими словами, на десяток инноваций, успешно вышедших на уровень поточно-массового производства, может приходиться несколько десятков потенциальных инноваций. И дело не только в финансировании и его источниках. Общие инвестиционные издержки и технические проблемы возникают на всех этапах НИОКР, даже когда число оставшихся жизнеспособных потенциальных инноваций сокращается. Многим потенциальным инновациям не удается преодолеть «долину смерти», зачастую совпадающую с этапами создания опытных образцов и опытного производства из-за ограничений инфраструктуры

¹ ГосНИИАС, советник генерального директора, профессор.

² НОБ «Военные науки и оборонная промышленность» БРЭ, научный редактор.

экосистемы НИОКР. Даже при достижении существенного прогресса, затраты, связанные с дальнейшими работами, а также дефицит высококвалифицированных кадров могут стать запретительными, а финансовые риски вырастают на порядки [3].

Соответственно, совершенствование экосистемы НИОКР полупроводниковой промышленности становится все более значимой задачей. Решение этой задачи является одним из важных направлений деятельности NSTC и NARMP. Помимо них, в деле совершенствования экосистемы НИОКР полупроводниковой промышленности США важное значение имеют «Инициатива по созданию производственных институтов в США» (Manufacturing USA Institutes) [4] и предусмотренные CHIPS and Science Act международные мероприятия.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ NSTC И NARMP

Как упоминалось в предшествующей статье [5], основными задачами, которые решают NSTC и NARMP, являются:

- масштабирование и переходные технологии, то есть сосредоточение усилий на ранних этапах НИОКР по перспективным технологиям с целью поддержки их дальнейшего перехода от фундаментальных к прикладным исследованиям, а затем изменения в масштабировании – от уровня лабораторных разработок до уровня освоения в поточно-массовом производстве новой продукции;
- совершенствование инфраструктуры НИОКР с точки зрения их опытно-производственной базы;

- совершенствование инфраструктуры НИОКР с точки зрения поддерживающих технологий, доступности их самих и соответствующего оборудования;
- аспекты осуществления совместных программ НИОКР;
- вопросы подготовки и развития кадрового потенциала [1, 2].

Первые три аспекта были рассмотрены в предыдущей статье [5], в этой – два оставшихся вопроса.

Совместные разработки

Как известно, по мере масштабирования полупроводниковых приборов, и в первую очередь ИС, затраты на разработку и проектирование растут с каждым новым технологическим уровнем – по мере уменьшения проектных норм (рис. 2). При переходе на каждый новый технологический уровень инновации внедряются практически во всех элементах технологического процесса: начиная с используемых материалов и конструкций полупроводниковых приборов и ИС до системной архитектуры и программного обеспечения. Комплексное внедрение всего этого довольно сложно: современные полупроводниковые фирмы часто узко специализированы и занимаются каким-нибудь одним или несколькими элементами процесса в целом. При этом, как уже отмечалось, в экосистеме НИОКР США сейчас не хватает механизмов для координации сотрудничества между всеми возможными участниками, необходимых для перехода на новый технологический уровень [1, 6].

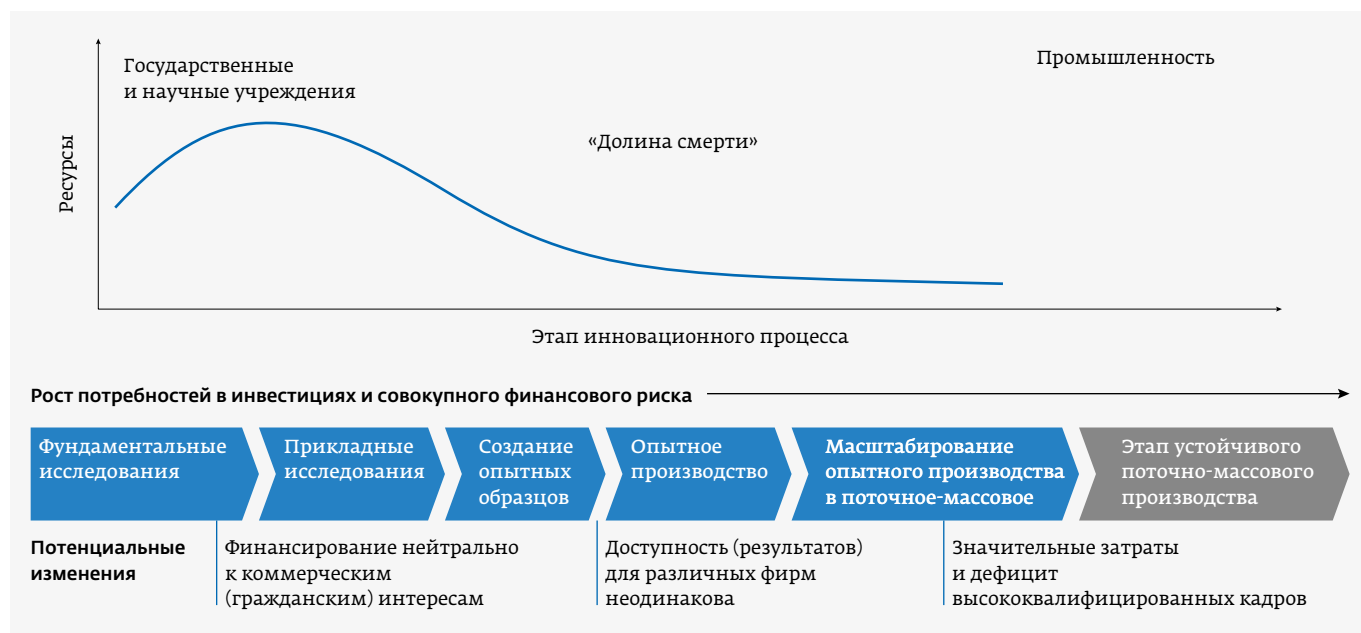


Рис. 1. Разрыв в этапах финансирования инновационного процесса



Рис. 2. Рост стоимости проектирования по мере перехода на меньшие проектные нормы

NSTC и NAPMP создавались, в том числе, и для решения этой задачи – поддержки комплексного внедрения инноваций за счет объединения усилий всех заинтересованных сторон для решения сложных технологических проблем, требующих совместной работы по всему кругу охватываемых проблем. Это позволяет ускорять разработку как собственно технологий, так и соответствующих инструментальных средств и методик. Например, быстрый рост спроса на услуги центров обработки данных (ЦОД) облачных вычислений обострил потребность в полупроводниковых приборах, обеспечивающих высокую вычислительную производительность при низком энергопотреблении. Создание систем следующего поколения, отвечающих этой потребности, требует объединения опыта в области перспективных материалов и методов корпусирования, новых вычислительных архитектур, программного обеспечения и т. д. Многие отраслевые обозреватели полагают, что структура NAPMP хорошо подходит для того, чтобы при разработке стандартов гетерогенной интеграции, чиплетов и других компонентов безопасных технологий собрать вместе экспертов по различным технологиям и заинтересованные стороны (в том числе из правительственных учреждений, ориентированных на выполнение конкретных задач). Подобным объединенным группам будет легче взаимодействовать

через NAPMP со специализированными организациями, наподобие IEEE* и JEDEC**. Привлечение этих двух организаций облегчит расширение и модернизацию инфраструктуры экосистемы НИОКР США, расширит возможности создания опытных образцов.

Таким образом, учитывая важность инноваций в таких областях, как совместная разработка, совместная оптимизация и гетерогенная интеграция, перед NSTC и NAPMP встает задача организации широкого сотрудничества всех заинтересованных и необходимых участников. Для этого могут использоваться широкие и репрезентативные сети осведомленности (о деятельности и возможностях различных фирм, научных организаций и т. д.), охватывающие всю отрасль (материалы различных опросов, выставок, конференций и т. п.). Такой подход, по мнению специалистов SIA и других организаций, может позволить создать диверсифицированный технологический и инфраструктурный портфель НИОКР и их результатов, что будет содействовать более эффективному совместному развитию и поддержанию широкой сети отраслевых партнерств (рис. 3) [1, 2].

Подготовка и повышение квалификации кадров

Полупроводниковая промышленность, и особенно микроэлектроника, является не только капиталоемкой, но и наукоемкой отраслью. Соответственно, реализация инновационного процесса, приводящего к необходимым результатам, требует больших затрат на НИОКР и наличия соответствующих высококвалифицированных кадров. В настоящее время в США сосредоточено большое число профильных исследователей, но ускорение научно-технического прогресса и расширение сферы применения полупроводниковых приборов, включая ИС, порождает дефицит квалифицированных кадров и угрожает замедлить темпы инновационного процесса. Кроме того, другие страны стремятся привлечь на родину соотечественников, получивших соответствующее образование и подготовку в США, а также работают над укреплением

* IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) – Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике, ИИЭР (США), крупнейшая в мире организация, объединяющая более 300 тыс. технических специалистов из 147 стран, ведущая организация по стандартизации, отвечающая также за сетевые стандарты. Она образована в 1963 году в результате слияния американских обществ IAEЕ (1884) и IRE (1912). ИИЭР проводит и спонсирует технические конференции, симпозиумы и семинары, ведет большую издательскую и образовательную деятельность.

** JEDEC (Joint Electronic Device Engineering Council) – Объединенный инженерный совет по электронным устройствам, занимается стандартизацией в области производства полупроводниковых приборов и устройств.

своих национальных экосистем НИОКР (табл. 1) [1, 7]. Это ставит перед NSTC и NAPMP задачи увеличения численности и повышения квалификации исследователей, занятых в экосистеме НИОКР США, и, в конечном итоге, повышения экономической конкурентоспособности страны.

Как ожидается, NSTC и NAPMP станут проводниками ряда программ по расширению и совершенствованию «конвейера» подготовки сотрудников, занимающихся в США программами НИОКР по разработке полупроводниковых приборов [1, 2]. Важно отметить, что эти усилия будут тесно координироваться с работами в данной области, уже проводимыми Международной организацией поставщиков полупроводникового оборудования и материалов (SEMI) во взаимодействии с Управлением занятости и профессиональной подготовки Министерства труда США [8]. Усилия NSTC и NAPMP охватят как расширение круга привлекаемых в отрасль кадров (без опыта работы в ней), так и повышение квалификации уже имеющих занятых.

Усилия по привлечению новых кадров охватывают следующие направления.

Наращивание инвестиций в программы STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics – образовательные программы в области науки, технологии, техники и математики, реализуемые неправительственной, бесприбыльной организацией STEM Educational Coalition). Предполагается осуществлять поддержку разработки и стандартизации учебных программ на уровне бакалавриата и магистратуры с целью расширения круга лиц, обладающих необходимыми STEM-навыками. Также NSTC и NAPMP будут предоставлять ученикам, проходящий полный курс обучения по 12-летней программе от начальной до конца средней школы (K-12 students), возможности взаимодействия с промышленностью – для получения представления о полупроводниковых технологиях и развития заинтересованности к этой области знаний. В частности, центры NSTC и NAPMP могли бы сотрудничать с летними техническими лагерями при университетах США или помочь в их создании для ознакомления с исследованиями и разработками в области полупроводниковых приборов. Сотрудничество с партнерскими учреждениями и компаниями по предоставлению учебных и исследовательских стипендий может помочь увеличить число студентов, проходящих образовательные программы (с последующим получением диплома) в течение четырех лет и более.

Привлечение в полупроводниковую промышленность работников, обученных по STEM-программам. Здесь планируется знакомить учеников и студентов с возможностями карьерного роста в полупроводниковой промышленности с помощью программ ученичества, стажировок и наставничества. Для привлечения большего числа технических и иных специалистов в отрасль

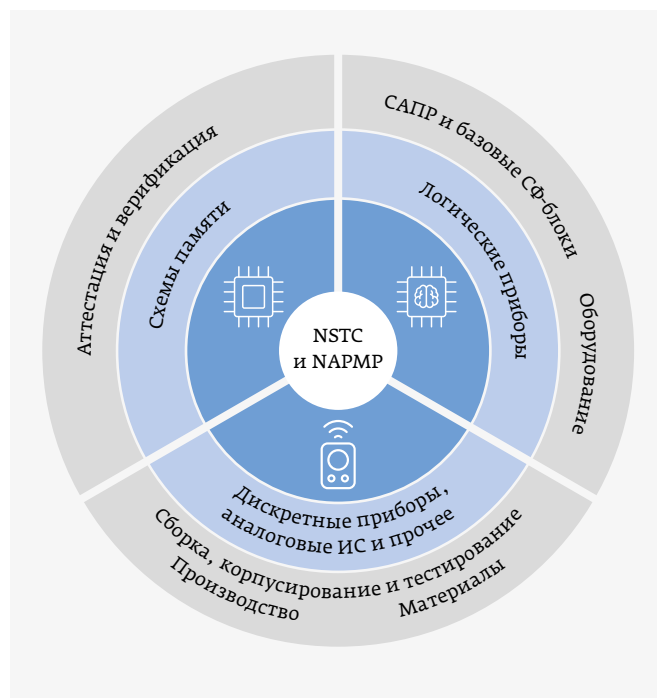


Рис. 3. Роль и место NSTC и NAPMP в экосистеме НИОКР США и в организации совместных разработок

планируется расширить работу с местными сообществами и техническими колледжами (в различных штатах) по разработке соответствующих программ. Также считается целесообразным взаимодействие с организациями (например, организациями занятости вернувшихся со службы в вооруженных силах), осуществляющими программы переподготовки и перекрестного обучения работников, обладающих базовыми STEM-навыками.

Содействие повышению гибкости системы выдачи разрешений на работу иностранным гражданам.

NSTC и NAPMP намерены, в частности, содействовать расширению использования факультативной практической подготовки (Optional Practical Training – это период, в течение которого определенным студентам и аспирантам, получившим или получающим степень в течение одного учебного года, Службы гражданства и иммиграции США разрешают в течение одного года работать по студенческой визе для получения практической подготовки в дополнение к их образованию), которая позволяет иностранным гражданам работать в США или иметь временную работу, непосредственно связанную с их основной областью обучения, если они заканчивают университеты США с навыками, имеющими решающее значение для промышленности. Это может произойти до или после получения соответствующей степени.

Усилия NSTC и NAPMP в области повышения квалификации кадров, имеющих опыт работы, будут включать:

- **инвестиции в переподготовку и повышение квалификации работников.** По мере выхода полупроводниковой промышленности на новые аспекты инноваций подобные программы будут обеспечивать готовность кадров экосистемы НИОКР США к работе с новыми вызовами;
- **ускорение подготовки новых сотрудников.** Учитывая необходимость обладания специализированными навыками для проведения НИОКР в полупроводниковой промышленности, новым сотрудникам, привлекаемым в эту сферу (в том числе

из сферы производства полупроводниковых приборов), требуется определенное время, прежде чем они смогут эффективно участвовать в важных программах НИОКР. В этом направлении NSTC и NAPMP рассматривают возможности создания специализированных программ, позволяющих работнику быстрее освоить особенности работы в сфере НИОКР.

По оценкам отраслевых специалистов, основным фактором, угрожающим ограничить темпы инновационного процесса в полупроводниковой промышленности США,

Таблица 1. Затраты на НИОКР и специалистов в области разработки полупроводниковых приборов

Страна/ регион	GERD*, млрд долл. (рост в 2000–2018 гг., %)	GERD на исследователя, тыс. долл. (рост в 2000–2018 гг., %)	GERD как доля ВВП, % (рост в 2000–2018 гг., %)	Налоговые льготы, %	Государственные инвестиции
США	460 (52)	311 (2)	2,8 (8)	9,5	2022: на НИОКР в области полупроводниковых приборов ассигновано 13 млрд долл.
КНР	431 (1067)	230 (335)	2,1 (140)	25,8	2019: Фонды развития микроэлектроники центрального и местных правительств ассигновали на производство ИС (с выделением средств на проектирование) 73 млрд долл.
Япония	144 (30)	213 (24)	3,2 (13)	14,8	2021: на мероприятия по сохранению текущей доли национальных фирм на мировом рынке выделено 45 млрд долл.
Южная Корея	86 (326)	211 (13)	4,5 (113)	4,4**	2021: Национальный план развития НИОКР и производства предусматривает государственное финансирование в размере 1,3 млрд долл.
Западная Европа***	334 (70)****	133 (-7)****	1,8 (28)	17,6*****	2021: ЕС выделил средства для удвоения доли своих фирм на мировом рынке к 2030 г.
Индия	52 (179)	153 (-5)	0,7 (-14)	8,2	2021: начало разработки «многомиллиардного» (в долл. США) плана развития производства
Тайвань	—	—	—	—	2020: новые субсидии на 300 млрд долл. для привлечения НИОКР иностранных фирм в следующие 10 лет

* GERD (Gross Expenditure on Research and Development) – валовые внутренние расходы на НИОКР.

** Налоговые субсидии на НИОКР варьируются от 2 до 50% (в зависимости от размера фирмы и отрасли).

*** Включая 33 страны, относимые ЮНИСЕФ к «Западной Европе».

**** В среднем для данных стран.

***** Средняя налоговая льгота на НИОКР по 20 крупнейшим странам.

Источники: данные на научные НИОКР института статистики ЮНЕСКО (UNESCO Institute of Statistics, UIS); доклад «Увеличение налоговых льгот на НИОКР...» (Enhanced Tax Incentives on R&D...) Фонда информационных технологий и инноваций (Information Technology and Innovation Foundation, ITIF); отраслевая периодика.

является дефицит высококвалифицированных научно-исследовательских работников в ее экосистеме НИОКР. Содействуя увеличению численности соответствующих кадров и повышая их квалификацию, NSTC и NAPMP стремятся укрепить экосистему НИОКР США в целом [1, 2].

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИНСТИТУТЫ США

Еще одним инструментом совершенствования экосистемы НИОКР в области полупроводниковой промышленности является «Инициатива по созданию производственных институтов в США» (Manufacturing USA Institutes). Ее реализация началась в 2014 году с целью повышения глобальной конкурентоспособности производственного сектора страны и стимулирования инновационного процесса. К настоящему времени на территории США в рамках этой инициативы создано 16 институтов, каждый в определенном секторе промышленности.

Одна из задач этих институтов – поддержка начальных этапов «инновационного конвейера» и содействие созданию новых сообществ разработчиков и заинтересованных организаций/лиц там, где их еще нет. То есть они выявляют многообещающие, высокоэффективные технологии, а затем осуществляют общее управление соответствующими научно-исследовательскими проектами, выполняемыми в академических и отраслевых исследовательских лабораториях с целью дальнейшего продвижения этих технологий. В случае успешного завершения подобных проектов созданные в их рамках технологии могут быть переданы разработчикам частнопромышленных фирм или кому-то еще для оценки, создания опытных образцов и, в конечном счете, внедрения в производство.

Принятый в 2022 году CHIPS and Science Act предполагает создание в США до трех подобных институтов, специализирующихся в области полупроводниковых приборов и технологий. В частности, в качестве тематики их работ в области совершенствования производства полупроводниковых приборов указаны такие направления, как повышение уровня автоматизации проектирования, производства, сборки, корпусирования и тестирования ИС; разработка и совершенствование перспективных методик сборки и тестирования; подготовка квалифицированной рабочей силы. Финансирование создания и работы этих институтов включено в общее финансирование НИОКР, предусмотренное CHIPS and Science Act.

Отраслевые специалисты полагают, что результаты конкретных проектов этих институтов могут использоваться в «конвейере» инновационных технологий полупроводниковой промышленности. Аналитики считают предпочтительным передачу результатов работ этих институтов NSTC, либо в NAPMP, где также может быть осуществлена оценка и проверка ценности этих результатов, создание опытных образцов и их тестирование,

создание опытных образцов и подготовка к внедрению в производство [4].

МЕЖДУНАРОДНЫЕ АСПЕКТЫ CHIPS ACT

При разработке CHIPS Act его разработчики учли и международный аспект – необходимость сдерживания КНР в области высоких технологий, в том числе в сфере микроэлектроники. Наиболее оптимальным вариантом были признаны коллективные – со странами-союзницами – действия. Предусматривалось учреждение со странами-партнерами целевого (доверительного) фонда международного консорциума в области микроэлектроники. Его задачей ставилась координация политики в сфере микроэлектроники (в том числе НИОКР), обеспечение прозрачности в цепочках поставок и большей согласованности в отношении стран с плановой экономикой (в первую очередь КНР, но и России – отсюда и попытки «лишить» ее статуса страны с рыночной экономикой). На эти цели выделялся бюджет в 750 млн долл. на 10 лет [9]. В итоговом варианте, CHIPS and Science Act, министерство финансов и госдепартамент США определены ответственными за создание многостороннего фонда обеспечения безопасности полупроводниковой промышленности. Его задачи по сравнению с первоначальным замыслом почти не изменились, но особый упор делается на совместное с союзниками развитие и стимулирование безопасных цепочек поставок полупроводниковых приборов, осуществлении совместных программ НИОКР.

Если сравнивать США и другие страны по финансированию НИОКР в области полупроводниковых приборов, то можно увидеть, что Америка остается лидером в абсолютном выражении. Но в относительном выражении государственные структуры других стран более щедры. Действительно, доля государственных средств в общем объеме ассигнований на данные НИОКР в США составляет 17–18%, а в прочих странах/регионах, обладающих развитой полупроводниковой промышленностью, этот показатель, в среднем, составляет около 31% (рис. 4).

Также стоит отметить, что частнопромышленные фирмы США активно сотрудничают в области фундаментальных исследований с неакадемическими исследовательскими организациями и у себя в стране, и за рубежом. К числу подобных организаций относятся Semiconductor Research Corporation (SRC), Interuniversity Microelectronics Centre (IMEC) и CEA-Leti. Интересно отметить, что неакадемические исследовательские организации в Европе и Азии, как правило, крупнее и лучше обеспечены ресурсами, чем их американские коллеги (табл. 2) [1, 2].

Принятый в США CHIPS and Science Act мало чем отличается от разработанного в 2020 году CHIPS [for America] Act. Одним из основных его достоинств

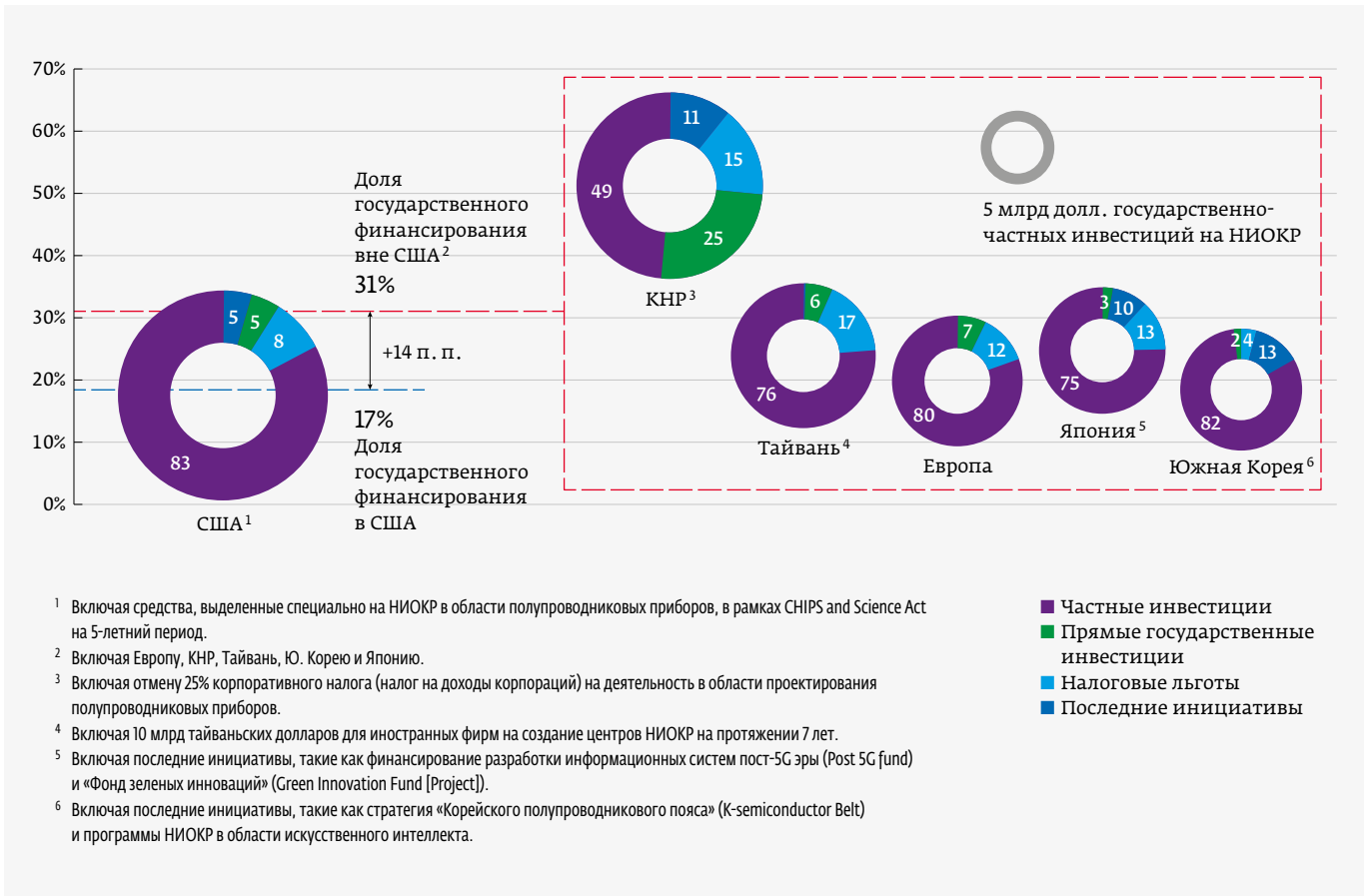


Рис. 4. Структуры ассигнований на НИОКР в области полупроводниковых приборов по источникам финансирования

является совершенствование организации и финансирования НИОКР в области полупроводниковой промышленности. Как известно, у этих НИОКР, как правило, достаточно длительный срок реализации – от фундаментальных до прикладных работ, а затем – от уровня лабораторных разработок до уровня освоения в поточно-массовом производстве новой продукции. При этом в традиционном цикле реализации НИОКР существует своего рода «долина смерти», то есть период, когда государственное финансирование уже заканчивается, а частное еще не поступает. В этот момент теряется какая-то часть перспективных разработок. Формирование в соответствии с CHIPS Act структур NSTC и NARMP помогает закрыть этот разрыв, повысив эффективность экосистемы НИОКР США в области полупроводниковых технологий. Кроме того, деятельность этих структур призвана снизить несогласованность действий государственных структур и частнопромышленных фирм (а также научного сообщества) при разработке и внедрении перспективных полупроводниковых технологий.

Примечательны еще два момента – финансирование работ по закону до его принятия через бюджет министерства обороны США и ограниченность действия мероприятий, предусмотренных законом, национальной территорией и территорией ближайших союзников. Первый момент не является исключением, сделанным для полупроводниковой промышленности – в США многие затраты, касающиеся нужд национальной безопасности по еще не принятым законам до их принятия, финансируются именно так. Второй момент отражает ожесточающееся противостояние с КНР в рамках холодной технологической войны. США рассматривают сохранение лидерства в области микроэлектроники и полупроводниковой промышленности в целом как основу сохранения глобального экономического и военно-политического доминирования.

С момента своего создания экосистема НИОКР США обеспечила реализацию успешного цикла внедрения инноваций, который способствовал достижению страной технологического лидерства. Благодаря совместной работе частнопромышленных фирм, государственных

Таблица 2. Крупнейшие неакадемические научно-исследовательские организации полупроводниковой промышленности

Характеристики	Неакадемические научно-исследовательские организации*					
	Semiconductor Research Corporation	IMEC	CEA-Leti	Fraunhofer	ITRI	ASTR
Штаб-квартира	США	Бельгия	Франция	ФРГ	Тайвань	Сингапур
Год основания	1982	1984	1967	1949	1973	1991
Тип организации	Бесприбыль-ная	Бесприбыль-ная, финан-сируется государством	Бесприбыль-ная финан-сируется государством	Бесприбыльная, финансируется государством	Бесприбыль-ная, финан-сируется государством	В государ-ственной собственности
Число партнеров	Более 125	Более 600	Более 300	75	143	20
Численность занятых	Около 10**	4 000	1 500	30 000	6 000	Нет данных
Бюджет, млн долл.	90	741	330***	3096	Нет данных****	Нет данных
Число регионов деятельности	1	7	3	9	5	1
Число патентов	Более 700	Более 1 600	Более 3 100	Более 6 800	Более 17 000	Более 350
Чистые комнаты	Нет	12,0 тыс. м ²	8,0 тыс. м ²	Более 5,5 тыс. м ²	Нет данных	3,0 тыс. м ²

* Semiconductor Research Corporation (SRC) – первый в полупроводниковой промышленности научно-исследовательский консорциум; IMEC – Межуниверситетский центр микроэлектроники; CEA-Leti – европейский центр исследований в области микроэлектроники, курируемый французским ведомством по альтернативным источникам энергии и атомной энергии; Fraunhofer – Общество Фраунгофера, включая Институт прикладной физики твердого (Fraunhofer IAF), Институт интегральных схем (Fraunhofer IIS) и Институт надежности и микроинтеграции (Fraunhofer IZM Institute); ITRI – Научно-исследовательский институт промышленных технологий; ASTR – Агентство науки, технологии и исследований.

** Помимо этих 10 человек на SRC работают примерно 100 профессоров, 1400 аспирантов и 800 исследователей фирм-партнеров со всего мира.


*** Годовое финансирование НИОКР.

**** Правительство Тайваня покрывает 50% финансирования работ ITRI.

Источники: веб-сайты организаций, отчеты фирм, данные Бостонской консалтинговой группы (Boston Consulting Group, BCG).

ведомств, национальных лабораторий, университетов и неприбыльных организаций эта экосистема продолжает устойчиво функционировать – в 2021 финансовом году совокупные инвестиции в НИОКР по полупроводниковым приборам превысили 50 млрд долл. Предоставляемое в соответствии с CHIPS and Science Act финансирование и деятельность NSTC и NARMP могут способствовать оживлению «конвейера инноваций» и повышению технологической конкурентоспособности США. Если все пойдет, как планируется, экосистема НИОКР США в 2030 году будет характеризоваться расширенным ассортиментом новых полупроводниковых приборов, инструментальных

ООО
СМП




ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН
www.SMD.ru

электронные компоненты
для поверхностного монтажа

НОВОЕ В ПРОГРАММЕ ПОСТАВОК

- Керамические конденсаторы до 100 мкФ
- Синфазные дроссели на ток 10 А

Москва, Ленинградский пр. 80 к. 32, e-mail: sale@smd.ru
Тел.: (499) 158-7396, (495) 940-6244, (499) 943-8780



средств их проектирования и технологических процессов их же изготовления. Кроме того, можно ожидать увеличения численности и повышения уровня квалификации персонала, занятого в отраслевых НИОКР, а также сокращения сроков от начала фундаментальных исследований до коммерциализации их результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. American Semiconductor Research: Leadership Through Innovation // Semiconductor Industry Association, 2022.
2. CHIPS And Science Act // Public Law 117–167, Aug. 9, 2022.
3. Nanomanufacturing. Emergence and Implications for U. S. Competitiveness, the Environment and Human Health // United States Government Accountability Office. May 2014.
4. History // USA Manufacturing. Дата обращения: 20.10.2022.
5. **Авдонин Б., Макушин М.** CHIPS Act и совершенствование экосистемы НИОКР в США // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2022. № 10. С. 134–142.
6. **VerWey J.** No Permits, No Fabs. The Importance of Regulatory Reform for Semiconductor Manufacturing // Center for Security and Emerging Technology (CSET). October 2021.
7. Incentives, Infrastructure, and Research and Development Needs to Support a Strong Domestic Semiconductor Industry // Department of Commerce. January 23, 2022.
8. **Брыкин А., Макушин М.** Микроэлектроника США: инициативы и подходы к совершенствованию национальной системы подготовки кадров // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2022. № 2. С. 56–69.
9. **Hamblen M. U.** S. Senate passes sweeping \$250B bill to address China threat // Fierce Electronics. Jun 9. 2021.

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



ПОКУПАЙ АМЕРИКАНСКОЕ

Бочкарев О. И., Бошно С. В., Верник П. А.
Под общей ред. О. И. Бочкарева

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2020. – 168 с.,
ISBN 978-5-94836-568-8

Цена 300 руб.

Книга посвящена исследованию комплекса нормативных правовых актов «Покупай американское» от исторического закона 1933 года до последних указов Президента США 2019 года. Авторы книги объясняют особенности американского протекционизма, демонстрируют механизмы защиты внутреннего рынка, рассматривают предпосылки таких правовых решений, приводят конкретные факты применения законодательства.

Практический опыт защиты отечественного товара и производителя очень актуален, так как в России сегодня активно формируются правовые положения об отечественном производителе и экономические меры его поддержки. Соответственно, лозунг «**Делай / покупай российское**» приобретает не только сугубо патриотическое, но и экономическое обоснование в русле современных тенденций мировой экономики.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

☎ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; ✉ knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО КОНДЕНСАТОРОВ

оксидно-электролитические алюминиевые конденсаторы

К50-15, К50-17, К50-27, К50-29, К50-37,
К50-68, К50-77, К50-80, К50-81, К50-83,
К50-84, К50-85, К50-86, К50-87, К50-88,
К50-89, К50-90, К50-91, К50-92, К50-93,
К50-94, К50-95(чип), К50-96, К50-97(чип),
К50-98, К50-99, К50-100, К50-101(чип),
К50-102, К50-103, К50-104, К50-105, К50-106



объемно-пористые танталовые конденсаторы

К52-1, К52-1М, К52-1БМ, К52-1Б, К52-9,
К52-11, К52-17, К52-18, К52-19, К52-20,
К52-21, К52-24, К52-26(чип), К52-27(чип),
К52-28, К52-29, К52-30



оксидно-полупроводниковые танталовые конденсаторы

К53-1А, К53-7, К53-65(чип), К53-66,
К53-68(чип), К53-69(чип), К53-71(чип),
К53-72(чип), К53-74(чип), К53-77(чип),
К53-78(чип), К53-82



суперконденсаторы (ионисторы)

К58-26, К58-27, К58-28,
К58-29, К58-30, К58-31



накопители электрической энергии на основе модульной сборки суперконденсаторов

НЭЭ, МИК, МИЧ, ИТИ



Система менеджмента качества сертифицирована на соответствие требованиям ISO 9001

