

Микроэлектроника: CHIPS Act и расширение производственной базы в США

Б. Авдонин, д. э. н.¹, М. Макушин²

УДК 621.37 | ВАК 2.2.2

Основной целью принятого в прошлом году закона о стимулировании развития производства полупроводниковых приборов и науки в Америке (CHIPS and Science Act, далее – CHIPS Act) является развитие экосистемы полупроводниковой промышленности США. В свою очередь развитие этой национальной экосистемы должно помочь США вернуть лидирующие позиции в мировой микроэлектронике. При этом достичь этого предполагается прежде всего за счет изделий гражданского назначения – они составляют более 95% рынка ИС в целом. Несмотря на трудности с реализацией закона, за время его действия в отрасль удалось привлечь частные инвестиции, объем которых в четыре раза превышает объем обещанных федеральных налоговых стимулов. Число вновь создаваемых предприятий на данный момент составляет 10% от количества предприятий отрасли на момент принятия закона.

Необходимость принятия CHIPS Act обусловлена ранее произошедшим выводом производственных мощностей микроэлектроники из США в страны с меньшими издержками производства (в основном в Азию, при этом в значительной степени в КНР). Данный вывод был осуществлен в период со II половины 1990-х по начало 2010-х годов. В результате доля США в общем парке установленного оборудования по обработке пластин (формирование транзисторной структуры) снизилась с 37% в 1990 году до 12% в 2020 году. Кроме того, к 2020 году проявилось технологическое отставание американских фирм от их зарубежных конкурентов. Так, американский лидер в области микроэлектроники, корпорация Intel, до сих пор испытывает трудности с освоением 7/5-нм технологий, тогда как Samsung (Ю. Корея) и NSMC (Тайвань) уже в 2020–2021 годах освоили 5-нм технологию, а сейчас вышли на 3/2-нм проектные нормы. Правда, с точки зрения производительности ИС и плотности размещения транзисторов, ситуация для Intel менее критична. Наконец, в США исчезла полная цепочка создания полупроводниковых приборов. Есть существенные трудности с материалами для отрасли, на национальной территории практически нет мощностей по сборке,

корпусированию и тестированию ИС. Все это ставит американскую микроэлектронику в уязвимое положение.

Для решения этих проблем и был принят CHIPS Act. Одна из его целей – формирование на национальной территории (частично на территории стран-союзниц) замкнутой экосистемы полупроводниковой промышленности. За счет этого предполагается отсеять недружественные страны от достижений американской микроэлектроники, восстановить и укрепить технологическое лидерство в этой сфере в качестве одной из мер по сохранению мирового доминирования США в целом. Упор при этом делается на технологии микроэлектроники гражданского назначения, так как они развиваются быстрее технологий военного назначения, быстрее окупаются, приносят больше прибыли. Кроме того, на них легче отрабатывать базовые процессы.

ИС ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДОМИНИРУЮТ НА РЫНКЕ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Полупроводниковые приборы, главным образом ИС, являются обеспечивающей технологией, позволяющей создавать широкий ассортимент инновационной конечной продукции практически во всех сегментах экономики. Несмотря на циклический спад на рынке полупроводниковых приборов, наблюдавшийся во II половине 2022 года, мировые продажи ИС (по данным Ассоциации полупроводниковой промышленности США – SIA) по итогам года достигли очередного рекордного уровня

¹ ГосНИИАС, советник генерального директора, проф.

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

в 573,5 млрд долл., что на 3,3% больше, чем в 2021 году. В марте этого года SIA опубликовала данные о структуре продаж ИС в 2021–2022 годах в разбивке по укрупненным секторам конечного применения (рис. 1).

За годы существования полупроводниковой промышленности в структуре продаж долгое время доминировали ИС для вычислительной техники (включая персональные компьютеры), потом с ними по продажам сравнялись ИС для средств связи. В последнее десятилетие на них приходилось примерно две трети общего объема продаж, а остальная часть приходилась на такие сектора, как автомобильная, промышленная и потребительская электроника. Однако в последние годы темпы роста продаж ИС для вычислительной техники и средств связи существенно замедлились из-за высокой степени насыщенности рынков конечной аппаратуры. И хотя на них по-прежнему приходится большая часть продаж, наибольшие темпы роста демонстрируют сектора автомобильной, промышленной и потребительской электроники.

По данным исследовательской фирмы McKinsey, эта тенденция будет сохраняться до 2030 года, когда общий объем продаж ИС, как прогнозируется, достигнет 1,03 трлн долл. [1].

Что касается ИС для военной/аэрокосмической электроники, то данные по их продажам SIA свела в сектор «Электроника, закупаемая по правительственным заказам», куда, помимо них, входят ИС для электроники специального назначения и ряд других позиций. В целом на этот сектор в 2022 году пришлось около 11,47 млрд долл. По оценкам фирмы ResearchAndMarkets, продажи ИС для военной электроники в 2022 году составили 5,76 млрд долл. [2], а исследовательская фирма CognitiveMarketResearch дает результат в 6,81 млрд долл. [3]. Таким образом, можно утверждать, что рынок ИС в подавляющем большинстве представлен изделиями электроники гражданского назначения.

По уровню проектных норм ИС гражданского назначения опережают ИС военного назначения на несколько поколений. Они быстрее осваиваются в производстве, легче адаптируемы к изменяющимся требованиям рынка. На их основе со временем можно создавать некоторые типы ИС военного назначения, но по ряду типов военно-ориентированных ИС необходимы специализированные разработки, несовместимые или малосовместимые с гражданскими технологиями. То есть разработка ИС двойного назначения невозможна из-за существенных различий в требованиях к конечной аппаратуре, но вполне возможно появление ИС двойного применения – по результатам, полученным в ходе эксплуатации.

Таким образом, именно на технологических процессах создания ИС гражданского назначения можно добиться значительного прогресса, конвертируемого впоследствии



Рис. 1. Структура мировых продаж ИС по конечному применению в 2021–2022 годах

как в общетехнологическое лидерство на мировом рынке, так и, частично, в обеспечение военных преимуществ. Именно поэтому США, чьи фирмы вывели в 1990–2000-х годах значительные объемы производства за рубеж, теперь пытаются восстановить национальную экосистему полупроводниковой промышленности. Это – основная цель CHIPS Act, для реализации которого уже созданы и продолжают создаваться необходимые организационные структуры.

ОРГАНИЗАЦИЯ РЕАЛИЗАЦИИ CHIPS ACT

Основными структурами, осуществляющими координацию и контроль деятельности всех вовлеченных в реализацию CHIPS Act сторон, являются Национальный центр полупроводниковых технологий (National Semiconductor Technology Center, NSTC) и структуры Национальной программы по освоению в производстве полупроводниковых приборов перспективных методов корпусирования (National Advanced Packaging Manufacturing Program (NAPMP) [4]. Кроме того, данными вопросами занимаются структуры Инициативы по созданию в США производственных институтов (Manufacturing USA Institutes, запущена в 2014 году), в рамках которой к настоящему времени создано два института, ориентированных на полупроводниковую тематику [5].

Инициатива NAPMP реализуется в рамках работ Национального института стандартов и технологий (NIST,

министерство торговли). Ее цель – расширение возможностей использования в экосистеме НИОКР США перспективных методик тестирования, сборки и корпусирования полупроводниковых приборов [6].

NSTC представляет собой государственно-частное партнерство (в рамках министерства торговли), цель которого – укрепление лидерства США в области полупроводниковых приборов. В марте 2023 года NSTC в соответствии с вновь разработанной стратегией. В дополнение к созданию и спонсированию исследовательских программ, NSTC будет взаимодействовать с академическими и промышленными партнерами с целью создания дочерних технических центров по всей стране. Цель – содействие развитию сети исследований и инноваций, беспрецедентной по масштабу, широте охвата и направленности. Программы NSTC предназначены для всей экосистемы: fabless-фирм*, научно-исследовательских институтов, муниципальных колледжей, органов государственной власти штатов и местного самоуправления, национальных лабораторий, кремниевых заводов (контрактное производство ИС), IDM**, поставщиков оборудования и материалов, профсоюзов и инвесторов.

Тремя главными целями NSTC, в соответствии с опубликованной стратегией, являются:

- **восстановление и укрепление лидерства Америки в области полупроводниковых технологий.** Проектирование, прототипирование и опытное внедрение новейших полупроводниковых технологий должны заложить основу создания перспективных приложений и отраслей промышленности, а также укрепить американскую экосистему производства полупроводниковых приборов.
- **сокращение времени и затрат на переход от проектной идеи к ее коммерциализации.** NSTC будет использовать для проектирования, прототипирования, производства, корпусирования и масштабирования полупроводниковых приборов и сопутствующих продуктов распределенный (коллективный) доступ к научно-исследовательским мощностям / оборудованию и экспертным знаниям.
- **создание и поддержка экосистемы развития рабочей силы в области полупроводниковых технологий.** NSTC будет служить координирующим

органом и центром передового опыта для расширения технической рабочей силы, включая ученых, инженеров и техников. Кадровые программы NSTC будут способствовать расширению набора персонала, обучению и переподготовке кадров для полупроводниковой экосистемы, в том числе охвату социальных групп, которые традиционно недостаточно представлены в отрасли [7].

В соответствии с CHIPS Act министерство торговли США сохраняет значительную свободу действий в отношении того, как структурировать NSTC и NAPMP.

Что касается приема заявок на получение налоговых скидок и софинансирования проектов в соответствии с CHIPS Act, то этим занимается специально созданное в министерстве торговли США Управление программы CHIPS (CHIPS Program Office). С момента первого объявления о приеме заявок на получение софинансирования и налоговых скидок с февраля и по апрель 2023 года Управление получило 200 заявлений о заинтересованности (Statements of Interest, SOI). Проекты, описанные в этих заявлениях, охватывают 35 штатов и всю полупроводниковую экосистему. Более половины заявлений касаются создания производственных мощностей гражданского назначения, в том числе для производства перспективных ИС и ИС, производимых по зрелым технологиям, а также для линий по сборке, корпусированию и тестированию ИС.

Остальные SOI касаются расширения возможностей поставщиков полупроводниковых приборов в части укрепления цепочек поставок, а также модернизации и/или создания новых центров полупроводниковых НИОКР [8].

Управление программы CHIPS продолжает прием SOI. По некоторым данным к июлю 2023 года их число увеличилось более чем вдвое.

АНАЛИЗ ЭКОСИСТЕМЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ США

Экосистема полупроводниковой промышленности США обширна и разнообразна, она включает в себя более 550 фирм и их подразделений, других связанных с отраслью организаций, расположенных в 42 штатах. Экосистема охватывает производство полупроводниковых приборов, проектирование ИС, разработчиков ПО для проектирования ИС, поставщиков СФ-блоков***, производителей полупроводниковых материалов и производственного оборудования. Также в экосистему входит сфера университетских НИОКР, в рамках которых 100

* FABricationLESS – тип организации полупроводникового бизнеса, когда фирма занимается разработкой, проектированием и маркетингом ИС, изготовление которых осуществляется на мощностях кремниевых заводов или свободных мощностях традиционных фирм (IDM).

** IDM (Integrated Device Manufacturers) – интегрированные изготовители приборов; традиционные полупроводниковые фирмы полного цикла – разработка, проектирование, производство и маркетинг ИС.

*** Semiconductor IP – совокупность наработок фирмы в области создания библиотек стандартных/заказных элементов и инфраструктуры их поддержки. В РФ именуется сложно-функциональными (СФ) блоками.

университетов-партнеров корпорации Semiconductor Research (SRC^{*}) и Национальной координирующей инфраструктуры в области нанотехнологий (National Nanotechnology Coordinated Infrastructure, NNCI) осуществляют исследования по выделяемым на конкурсной основе грантам (кампусы университетов в разных городах считаются самостоятельными единицами).

В связи со вступлением в силу в августе 2022 года CHIPS Act в экосистеме полупроводниковой промышленности США происходят изменения, связанные с проектами инвестиций как в создание новых мощностей или других организаций, так и с расширением и/или модернизацией существующих. Это касается производства ИС (перспективные логические приборы, схемы памяти, аналоговые ИС и «унаследованные»^{***} ИС), мощностей по производству полупроводникового оборудования и основных материалов, используемых в процессе производства ИС. По состоянию на 15 августа 2023 года основными событиями можно считать:

- в 19 штатах объявлено о новых частных инвестициях на сумму более 210 млрд долл. для увеличения отечественных производственных мощностей (при этом за весь срок действия CHIPS Act предоставление налоговых льгот запланировано в объеме 39 млрд долл., а на софинансирование расширения и создание новых мощностей выделяется около 11 млрд долл.);
- по всей территории США объявлено о 68 новых проектах в области полупроводниковой экосистемы,

* SRC (Semiconductor Research Corporation) – первый в полупроводниковой промышленности научно-исследовательский консорциум, бесприбыльная организация, созданная в 1982 году (шт. Северная Каролина, США). Сеть SRC на 2022 год охватывала более 125 университетов мира и других партнеров по НИОКР. Членами SRC на ту же дату являлись: AMD, Applied Materials, Axcelis Technologies, Cadence, IBM, Intel, NXP, Texas Instruments и Tokyo Electron. Цель – осуществление широкого круга фундаментальных и прикладных исследований в интересах членов консорциума.

** Legacy device – унаследованные приборы, приборы, переставшие удовлетворять потребностям применений, но все еще находящиеся в эксплуатации из-за трудностей их замены.

Таблица 1. Структура экосистемы полупроводниковой промышленности США

Бизнес-модель	Статус мощностей		
	Существующие	Расширение	Создание новых
IDM	256	9	15
Fabless-фирма	74	–	3
Кремниевый завод*	29	5	5
OSAT**	1	–	1
Поставщик материалов	50	12	14
Поставщик оборудования	47	2	2
Поставщики СФ-блоков и инструментальных средств САПР	29	–	–
Университеты***	100	–	–

* Контрактное производство ИС

** Аутсорсинговые услуги по сборке, корпусированию и тестированию полупроводниковых приборов.

*** В основном университеты-партнеры SRC и NNCI.

Примечание: В экосистеме полупроводниковой промышленности США также присутствуют Аргоннская национальная лаборатория, Берклийская национальная лаборатория им. Лоуренса (обе – министерство энергетики США), три центра НИОКР Межуниверситетского центра микроэлектроники (IMEC, Лёвен, Бельгия).

включая строительство новых заводов по обработке пластин, расширение существующих комплексов и производств, поставляющих материалы и оборудование, используемое при производстве ИС;

- в рамках новых проектов в полупроводниковой экосистеме предполагается создать более 44 тыс. новых рабочих мест для высококвалифицированных специалистов, что, в свою очередь, позволит создать на порядок большее число рабочих мест в смежных отраслях и дальнейшей цепочке поставок.

В табл. 1 рассмотрена структура экосистемы полупроводниковой промышленности США, а в табл. 2–4 приводятся некоторые конкретные проекты развития. Среди проектов с объявленным бюджетом есть одна fabless-фирма – Reliable Microsystems (Одон, шт. Индиана), которая предполагает создание нового подразделения по проектированию ИС (7 млн долл.). Также есть одна фирма, специализирующаяся на аутсорсинговых услугах по сборке, корпусированию и тестированию полупроводниковых приборов (OSAT) – Integra Technologies (Уичито, шт. Канзас), планирующая создать новое производство за 1,8 млрд долл. [9].

Анализ данных, приведенных в табл. 1, показывает, что наибольший прирост создания новых (с «нуля»,

Таблица 2. Проекты IDM с объявленным бюджетом

Фирма	Дислокация	Финансирование, млрд долл.	Статус мощностей
Western Digital	Фримонт, шт. Калифорния	0,350	Существуют. Расширение
Micron	Бойсе, шт. Айдахо	15,0	Существуют. Создание новых
Trusted Semiconductor Solutions	Одон, шт. Индиана	0,034	Создание новых
NHanced Semiconductors	Одон, шт. Индиана	0,236	Создание новых
EMP Shield	Берлингтош, шт. Канзас	1,9	Создание новых
Radiation Detection Technologies	Манхэттен, шт. Канзас	0,004	Существуют. Расширение
Wolfspeed	Сильвер-Сити, шт. С. Каролина	5,0	Создание новых
Micron	Клэй, шт. Нью-Йорк	20,0	Создание новых
Microchip Technology	Грешэм, шт. Орегон	0,800	Существуют. Расширение
Analog Devices	Бивертон, шт. Орегон	1,0	Существуют. Расширение
Pallidus	Рок-Хилл, шт. Ю. каролина	0,443	Создание новых
Samsung	Тэйлор, шт. Техас	17,3	Создание новых
Texas Instruments	Ричардсон, шт. Техас	6,0	Существуют. Расширение
Texas Instruments	Шерман, шт. Техас	30,0	Существуют. Создание новых
NXP	Остин, шт. Техас	2,6	Существуют. Расширение
Texas Instruments	Лихай, шт. Юта	11,0	Существуют. Создание новых

Таблица 3. Проекты кремниевых заводов с объявленным бюджетом

Фирма	Дислокация	Финансирование, млрд долл.	Статус мощностей
Intel*	Чандлер, шт. Аризона	20,0	Существуют. Создание новых
SkyWater Technology	Уэст-Лафейетт, шт. Индиана	1,8	Создание новых
Intel**	Рио-ранчо, шт. Нью Мексико	3,5	Существуют. Расширение
GlobalFoundries**	Мальта, шт. Нью-Йорк	1,0	Существуют. Расширение
Intel	Нью-Олбани, шт. Огайо	20,0	Создание новых
Rogue Valley Microdevices	Медфорд, шт. Орегон	0,044	Существуют. Расширение

* Корпорация Intel также использует модель IDM. Комплекс в Чандлере, помимо контрактного производства, занимается проектированием ИС и осуществлением НИОКР.

** Помимо контрактного производства осуществляет НИОКР.

т. н. greenfield) мощностей наблюдается у поставщиков материалов. Сейчас это самая «горячая» точка экосистемы полупроводниковой промышленности США – значительная часть материалов ввозится из-за рубежа. В условиях, когда КНР в качестве ответа на американские санкции ограничивает поставки галлия и германия, а затем, возможно, и других материалов, обеспечение ими американских полупроводниковых предприятий может

оказаться под угрозой. Соответственно, наращивание производства материалов для полупроводниковой промышленности на территории США на данный момент является первоочередной задачей. Также первоочередной задачей является развитие сферы услуг OSAT.

Отсутствие проектов расширения или создания новых мощностей у поставщиков СФ-блоков и инструментальных средств САПР, а также участвующих

Таблица 4. Проекты в области производства полупроводниковых материалов с объявленным бюджетом

Фирма	Дислокация	Финансирование, млн долл.	Статус мощностей
Air Liquide	Финикс, шт. Аризона	60,0	Создание новых
Linde	Финикс, шт. Аризона	600,0	Создание новых
Sunlit Chemical	Финикс, шт. Аризона	100,0	Создание новых
TSMC	Финикс, шт. Аризона	40 000,0	Создание новых
LCY Chemical	Каса-Гранде, шт. Аризона	100,0	Создание новых
Solvay	Каса-Гранде, шт. Аризона	60,0	Создание новых
EMD	Чандлер, шт. Аризона	28,0	Создание новых
Fujifilm Electronic Materials	Меса, шт. Аризона	88,0	Существуют. Расширение
Chang Chun Group	Каса-Гранде, шт. Аризона	400,0	Создание новых
Kanto/Chemtrade JV	Каса-Гранде, шт. Аризона	250,0	Создание новых
Entegris	Колорадо-Спрингс, шт. Колорадо	600,0	Создание новых
DuPont Semiconductor Technologies	Глазго, шт. Детройт	50,0	Создание новых
Absolics	Ковингтон, шт. Джорджия	600,0	Создание новых
SK Siltron CSS	Бей-Сити, шт. Мичиган	300,0	Существуют. Расширение
Hemlock Semiconductor	Хемлок, шт. Мичиган	375,0	Существуют. Расширение
Corning	Фэйрпорт, шт. Нью-Йорк	139,0	Существуют. Расширение
Edwards Vacuum	Алабама, шт. Нью-Йорк	319,0	Создание новых
Tosoh SMD	Гроув-Сити, шт. Огайо	20,0	Существуют. Расширение
Chemtrade	Каир, шт. Огайо	50,0	Существующие. Расширение
Mitsubishi Gas Chemicals	Форест-Гроув, шт. Орегон	372,0	Существуют. Расширение
EMD	Хоумтаун, шт. Пенсильвания	300,0	Существуют. Расширение
GlobalWafers (GlobiTech)	Шерман, шт. Техас	5 000,0	Создание новых

в полупроводниковых НИОКР университетов, говорит о том, что текущий уровень проводимых ими работ удовлетворяет их партнеров по уровню и объему.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ АСПЕКТ CHIPS ACT

CHIPS Act с целью обеспечения интересов национальной безопасности содержит ряд разделов, регламентирующих международную деятельность американских фирм и организаций, получающих софинансирование или льготы:

- получателям в рамках CHIPS Act стимулирующих финансовых средств (далее – бенефициары) запрещается использовать эти средства в других странах;
- бенефициары, занимающиеся производством ИС, существенно ограничиваются на 10 лет (после получения данных средств) по возможностям осуществлять собственные инвестиции в большинство производств полупроводниковых приборов (представляющих интерес с точки зрения национальной безопасности) в зарубежных странах;
- бенефициарам запрещается участвовать в совместных исследованиях или лицензировании технологий или продуктов, чувствительных с точки зрения национальной безопасности, с заинтересованной иностранной организацией, если та вызывает подозрения.

В марте 2023 года министерство торговли предложило внести в CHIPS Act дополнительные меры по обеспечению национальной безопасности. В частности они касаются возможностей бенефициаров по CHIPS Act осуществлять инвестиции в расширение производства полупроводниковых приборов в зарубежных странах, вызывающих озабоченность с точки зрения национальной безопасности. К таким странам в первую очередь отнесены КНР, Россия, Иран и КНДР. Предлагаемые меры требуют:

- **установить стандарты, ограничивающие расширение современных производственных мощностей в «проблемных» зарубежных странах.** Предполагается запретить крупные сделки, связанные с существенным расширением мощностей по производству современных полупроводниковых приборов в «проблемных» странах в течение 10 лет с даты получения софинансирования или льгот по CHIPS Act. Цель – помешать бенефициарам строить новые или расширять существующие современные производственные мощности в этих странах. Крупной считается сделка более 100,0 тыс долл., существенное увеличение производственных мощностей предприятия – 5% и более. Если бенефициар в рамках CHIPS Act участвует в транзакциях, нарушающих эти ограничения, министерство торговли

США может потребовать возвращения всех полученных бенефициаром средств (софинансирование, сумму налоговых скидок);

- **ограничить расширение зрелых производственных мощностей в «проблемных» странах.** Предлагается установить ограничения на расширение и новое строительство в «проблемных странах» производственных мощностей, использующих зрелые технологии. Бенефициарам запрещается создавать новые производственные линии или увеличивать производственную мощность предприятия в целом более чем на 10%. Бенефициары могут строить новые заводы, использующие зрелые технологии, только в том случае, если продукция этих предприятий «преимущественно обслуживает» внутренний рынок соответствующей страны, где производятся зрелые ИС. Преимущественное обслуживание рынка означает, что не менее 85% продукции подобного предприятия используется в конечной продукции, потребляемой в стране производства. В случае планирования бенефициаром расширения производства зрелых ИС в «проблемной стране» он должен уведомить об этом министерство торговли США (для получения подтверждения на соответствие требованиям национальной безопасности);
- **классифицировать полупроводниковые приборы как критически важные для национальной безопасности.** В рамках новых предложений министерство торговли США представило перечень полупроводниковых приборов, изготовленных по зрелым технологиям, но которые следует, несмотря на это, классифицировать как критически важные для национальной безопасности. Их предлагается не считать устаревшими ИС и, следовательно, подвергнуть более жестким ограничениям. Это, в частности, относится к ИС, изготовленных по текущим и зрелым технологиям, используемым для квантовых вычислений, в условиях высокой радиационной нагрузки и для других специализированных военных возможностей. Данный перечень был совместно разработан с министерством обороны и разведывательным сообществом США;
- **усилить экспортный контроль.** В октябре 2022 года Бюро промышленности и безопасности (Bureau of Industry and Security, BIS) Министерства торговли США ввело экспортный контроль с целью помешать КНР закупать и производить современные и перспективные ИС, способные повысить военный потенциал материкового Китая. Новые предложения министерства торговли США ужесточают требования экспортного контроля по схемам памяти и логическим ИС;

- **подробно описать ограничения на совместные исследования и лицензирование технологий с заинтересованными иностранными организациями из «проблемных» стран.** Предлагается определить совместные исследовательские усилия как любые исследования и разработки, проводимые двумя или более сторонами, и определить лицензирование технологий как соглашение о предоставлении патентов, коммерческой тайны или ноу-хау в распоряжение другой стороны. В дополнение к иностранным организациям из «проблемных» стран, уже указанным в CHIPS Act, предлагается добавить организации из перечня юридических лиц BIS, перечня компаний военно-промышленного комплекса КНР, составленного Министерством финансов США, и также перечня оборудования и услуг, составляемого Федеральной комиссией по связи США в соответствии с Законом о защищенных и доверенных сетях связи. Новые предложения министерства торговли США также детализируют перечень технологий, продуктов и полупроводниковых приборов, вызывающих озабоченность с точки зрения национальной безопасности или имеющих решающее значение для интересов национальной безопасности. Новые предложения разработаны в соответствии с нормами экспортного контроля США и совместно с Министерством обороны и разведывательным сообществом США.

Отмечается, что при разработке новых предложений Министерство торговли США поддерживало тесные контакты с партнерами и союзниками Америки, в том числе Великобританией, Индией, Ю. Кореей, Японией, а также с Советом по торговле и технологиям ЕС-США. Эту тесную координацию предполагается сохранить и в дальнейшем – для укрепления коллективной безопасности США и их союзников, а также и обеспечения безопасности и надежности глобальных цепочек поставок полупроводниковых приборов [10].

Также вопросами сотрудничества с союзниками и странами-партнерами в рамках CHIPS Act занимается Фонд технологической безопасности и инноваций Государственного департамента США. На эту деятельность в течение 2023–2027 годов ему выделено 500 млн долл. (т. е. по 100 млн долл. в год) [11]. Он взаимодействует со структурами, реализующими аналогичные по задачам с американским CHIPS Act иностранные программы, такие как European Chip Act (действующая с 2022 года программа ЕС), K-Semiconductor Belt (Ю. Корея, с 2021 года), а также с национальными правительствами и другими заинтересованными организациями. Фонд занимается не только вопросами безопасности и инноваций, но и поддерживает деятельность американских фирм – бенефициаров по CHIPS Act за рубежом.

* * *

Организация реализации CHIPS Act выглядит достаточно стройной и в целом отвечает задачам восстановления и укрепления позиций США в сфере микроэлектроники. При этом учитываются как потребности в разработке перспективных технологий, так и сокращения сроков их вывода на рынок. Широко используются подходы частно-государственного партнерства.

С точки зрения развития экосистемы микроэлектроники США за счет софинансирования и налоговых льгот основное внимание на данном этапе уделяется индустрии материалов для полупроводниковой промышленности. Следующей задачей, по всей видимости, станет развитие индустрии сборки, корпусирования и тестирования ИС.

В CHIPS Act заложены серьезные механизмы защиты разрабатываемых технологий. В случае отсутствия значительных потрясений, удачного переноса в США тайваньских мощностей, работающих по перспективным технологиям, а также сочетания ряда других благоприятных факторов, реализация задач CHIPS Act имеет хорошие шансы на успех.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Casanova R.** Chip Sales Rise in 2022, Especially to Auto, Industrial, Consumer Markets // Semiconductor Industry Association. Monday, Mar 27, 2023.
2. Global Semiconductor Market in Military and Aerospace Industry 2023–2027 / ResearchAndMarkets, January 202.
3. Semiconductor in Military and Aerospace Market Report 2023 (Global Edition) / CognitiveMarketResearch, Edition 7, 2023.
4. **Авдонин Б., Макушин М.** CHIPS Act и некоторые аспекты совершенствования экосистемы НИОКР в США // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2023. № 2 (00222). С. 44–52.
5. History // USA Manufacturing. Дата посещения – 29.07.2023.
6. Incentives, Infrastructure, and Research and Development Needs to Support a Strong Domestic Semiconductor Industry // Department of Commerce. January 23, 2022.
7. **Davis S.** CHIPS for America Outlines Vision for the National Semiconductor Technology Center / Semiconductor Digest, April 25, 2023.
8. **Davis S.** CHIPS for America's Strong Start / Semiconductor Digest, APRIL 14, 2023.
9. **Davis S.** New SIA Map Highlights Broad U. S. Semiconductor Ecosystem / Semiconductor Digest, March 29, 2023.
10. Commerce Department Outlines Proposed National Security Guardrails for CHIPS for America Incentives Program / Semiconductor Digest, March 21, 2023.
11. 11th Congress, Chips Act of 2022, (Sections 102–106, 107).



РОССИЙСКИЙ ФОРУМ
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 2023

9-14

октября 2023

Федеральная
территория
«Сириус»

6

дней

1700

участников

665

компаний

13

секций

74

экспозиции

Подписывайтесь и будьте в курсе
всех последних новостей!



@FORUM_MICROELECT
RONICA

При поддержке



Организаторы



Генеральные партнеры



Официальный партнер



Атомный партнер



Технологический партнер



Инновационные партнеры

АСТРОН



ЛАЗЕРНЫЙ ЦЕНТР



Финансовый партнер



Партнер деловой программы



Партнер Школы молодых ученых



Спортивный партнер

mikron

Партнеры



aisa



Сколково



Оператор



Стратегический информационный партнер



Генеральный информационный партнер



РЕКЛАМНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

+7 495 641 57 17

microelectronica.pro

info@microelectronica.pro