

Strategy Partners

Суверенитет российской микроэлектроники: с чего начать

Статья подготовлена в консалтинговой компании Strategy Partners в рамках форума «Микроэлектроника 2025» и предоставлена читателям канала @RUSmicro для раннего ознакомления.

Императив суверенитета

Микроэлектроника — фундаментальная основа современного общества, несущая решающее значение для национальной безопасности и экономического развития.

После того как крупные глобальные иностранные компании объявили бойкот по поставкам ряда важных компонентов, необходимых и для военной промышленности, правительство взяло курс на восстановление технологического суверенитета в ряде стратегических отраслей, в том числе в сфере производства микроэлектроники.

Весной 2023 года Минпромторг принял две важные дорожные карты, которые указывают на желаемую картину будущего отечественной микроэлектронной индустрии. Одна из них — Концепция технологического развития на период до 2030 года, а другая — Указ Президента РФ «Основы государственной политики России в области развития электронной промышленности на период до 2030 года и дальнейшую перспективу». Согласно первому документу¹, микроэлектроника и фотоника отнесены к списку критических и сквозных технологий, воспроизводство которых необходимо контролировать со стороны государства. «Критические технологии» — отраслевые технологии, критически необходимые для производства важнейших видов высокотехнологичной продукции и создания актуальных сервисов, имеющие системное значение для функционирования экономики, решения социально-экономических задач, обеспечения обороны страны и безопасности государства.

Стремление России к суверенитету в микроэлектронике — стратегический императив для национальной самодостаточности, устойчивости к внешнему давлению и долгосрочной технологической независимости, особенно в свете текущих геополитических реалий.

Однако Россия столкнулась с серьезными трудностями в этом вопросе. Технологии за более чем тридцать лет, прошедших с момента распада СССР, ушли далеко вперед. Запуск в ближайшие годы собственного массового производства электронных комплектующих по современным технологиям оказался очень сложной задачей.

Причина — острые проблемы² российской микроэлектроники:

- отставание технологий на 10–15 лет от мирового уровня;
- трудности с освоением технологических процессов ниже 90 нм;
- нехватка производственных мощностей;
- критическая зависимость процессов проектирования и выпуска продукции от зарубежных технологий, включая программное обеспечение, и материалов (в частности, особо чистых химических веществ и специальных газов);
- низкая инвестиционная привлекательность;
- высокая стоимость производства компонентов в РФ;
- острый дефицит кадров.

¹ [Показатели достижения целей технологического развития.](#)

² [Электронику начнут с чистого нуля.](#)

Глобальное стремление к суверенитету в микроэлектронике

Многие страны и блоки осознали критическую важность микроэлектроники и запустили масштабные инициативы для укрепления своих позиций в этой отрасли.

Примеры зарубежных программ поддержки микроэлектроники³:

	США	Китай	ЕС	Япония	Южная Корея	Тайвань
Цель	Достижение устойчивости в цепочке поставок полупроводников	Достичь 70% самообеспеченности к 2025 году	Получить 20% мировой доли к 2030 году	Заработать 112 млрд долл. от продаж к 2030 году	Укрепить лидерство в производстве	Прорыв — 1 нм к 2030 году
Руководящая политика	CHIPS and Science Act	National IC Outline, 14th Five Year Plan	Digital Compass 2030	Semiconductor Revitalization Strategy	K-Belt Semiconductor Strategy	Angstrom Semiconductor Initiative, Moonshot Program
Суммы стимулирования	39 млрд долл. в виде грантов на производство	Более 200 млрд долл. в виде субсидий	47 млрд долл. в виде грантов	17,5 млрд долл. в виде грантов	55 млрд долл. в виде налоговых льгот	16 млрд долл. в виде налоговых льгот
	13 млрд долл. в виде финансирования НИОКР	220% — «сверх-амортизация» для НИОКР				
Ключевые инициативы	Гранты в рамках CHIPS Act	Big Fund I, II, и III	Гранты и кредиты в рамках EU Chips Act	Налоговые льготы	Налоговые льготы в рамках K-Chips Act	Финансовые субсидии в рамках Chip-based Industrial Innovation Program
	Поддержка на уровне штатов	Адресные фонды в рамках National Integrated Circuit Industry	Налоговые льготы	Leading-Edge Semiconductor Technology Center	ЧГП в образовании	Программа Industry-Academia Co-op (сотрудничество промышленности и вузов)
		National Natural Science Fund, National Venture Capital Guidance Fund, и National AI Industry Investment Fund	Государственные пособия	Specified Semiconductor Funding Program and Subsidies		

Далее будут подробно рассмотрены национальные программы поддержки отрасли.

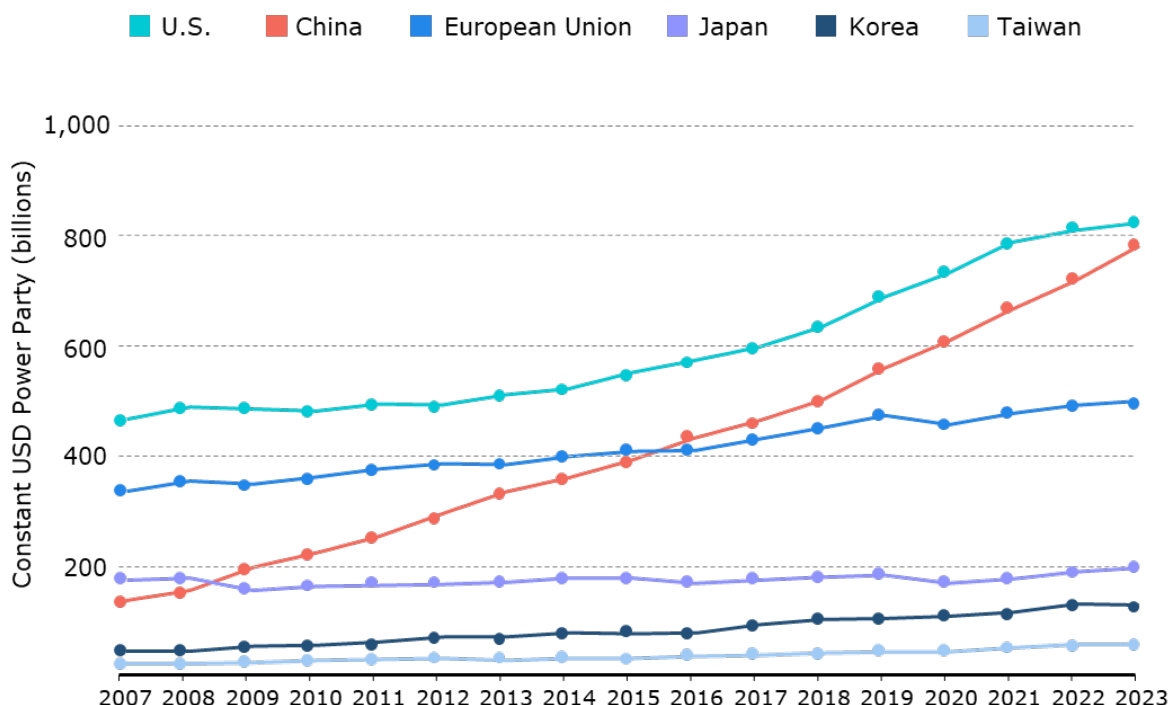
³ [Исследование SIA \(стр. 17\)](#)

Соединенные Штаты Америки: закон CHIPS and Science Act (2022 г.)

CHIPS and Science Act, подписанный в 2022 году, санкционирует исторические инвестиции для стимулирования внутреннего производства полупроводников и связанных с ними исследований. Закон предполагает поддержку фундаментальных исследований, определяя 10 ключевых технологических областей (включая полупроводники), создание региональных инновационных центров и инвестиции в развитие рабочей силы.

CHIPS — не просто программа субсидирования производства, закон представляет собой национальную стратегию инвестирования во всю инновационную экосистему, делая упор на развитие НИОКР в условиях, когда инвестиции Китая в эту сферу практически сравнялись с американскими и демонстрируют больший рост (см. график ниже).

Ежегодные расходы на НИОКР по странам происхождения компаний в сфере микроэлектроники, млрд долларов США⁴



Source: OECD

Европейский союз: The European Chips Act (2023 г.)

Принятый в 2023 году The European Chips Act направлен на укрепление полупроводниковой отрасли в ЕС и удвоение ее доли на мировом рынке до 20% к 2030 году. ЕС планирует вернуть свою рыночную долю при конкуренции с доминирующей Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) и снизить зависимость Европы от рисков в цепочках поставок. Инициатива сосредоточена на создании облачной платформы для проектирования, передовых пилотных линий, на развитии квантовых технологий, формировании центров компетенций и облегчении доступа к финансированию для стартапов и малых предприятий.

⁴ [Исследование SIA \(стр. 9\)](#)

Элементы стратегии:

- создание «Инициативы Chips for Europe» для поддержки R&D в области дизайна и производства чипов через программы Horizon Europe и Digital Europe (15 млрд евро);
- стимулирование инвестиций в производственные мощности; предусмотрены госсубсидии для прорывных для ЕС проектов (например, заводы Intel в Магдебурге, 33 млрд евро);
- механизм координации через Европейский совет по полупроводникам для мониторинга кризисов и сотрудничества с международными партнерами.

Комплексная стратегия Китая по достижению самообеспеченности в микроэлектронике

Еще в 2014 году Си Цзиньпин отмечал, что «полупроводники — это базовая технология, которую Китай должен производить самостоятельно».

Тогда в центре китайской стратегии в области полупроводников оказался Национальный план по развитию интегральных микросхем (**IC Plan**). На базе этого плана Госсовет КНР стремился сделать Китай мировым лидером во всех сегментах полупроводниковой индустрии к 2030 году. Цели включают увеличение доли компонентов китайского производства в электронной продукции до 40% к 2020 году и до 70% к 2025 году.

Для целевой поддержки развития полупроводниковой промышленности был учрежден **Большой фонд**. Все три его итерации рассмотрены⁵ в таблице ниже.

	Big Fund I (сент. 2014 г.)	Big Fund II (окт. 2019 г.)	Big Fund III (май 2024 г.)
Сумма	98,7 млрд юаней	204,2 млрд юаней	344 млрд юаней
Основные направления	<ul style="list-style-type: none"> • Акцент на производстве, проектировании и тестировании интегральных микросхем, а также на полупроводниковом оборудовании и материалах. • Переход от чистой государственной поддержки к более рыночному подходу. • Поддержка крупных отечественных игроков, таких как Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC) 	<ul style="list-style-type: none"> • Повышенное внимание к более специализированным сегментам цепочки поставок, например травильным машинам и испытательному оборудованию. • Большой акцент на достижении самодостаточности в цепочке поставок, что привело к увеличению инвестиций в такие области, как автоматизация электронного проектирования (EDA). • Коррупционные скандалы и неудачные инвестиции выявили необходимость улучшить надзор. • Геополитическая напряженность затмила некоторые аспекты программы 	<ul style="list-style-type: none"> • Основной акцент на оборудовании для производства чипов, чтобы уменьшить зависимость от западных компаний, таких как ASML, и развивать собственную промышленность. • Развитие крупных заводов по производству полупроводников; приоритет передовым технологиям для ИИ и прорывным новым технологиям, таким как чиплеты. • Новый срок действия — 15 лет вместо 5, что отражает более долгосрочное планирование и более высокие капитальные потребности. • Более оптимизированный и специализированный подход к регионам, получающим большие ассигнования. Пекин, Шанхай и Шэньчжэнь берут на себя ответственность за самые крупные проекты.

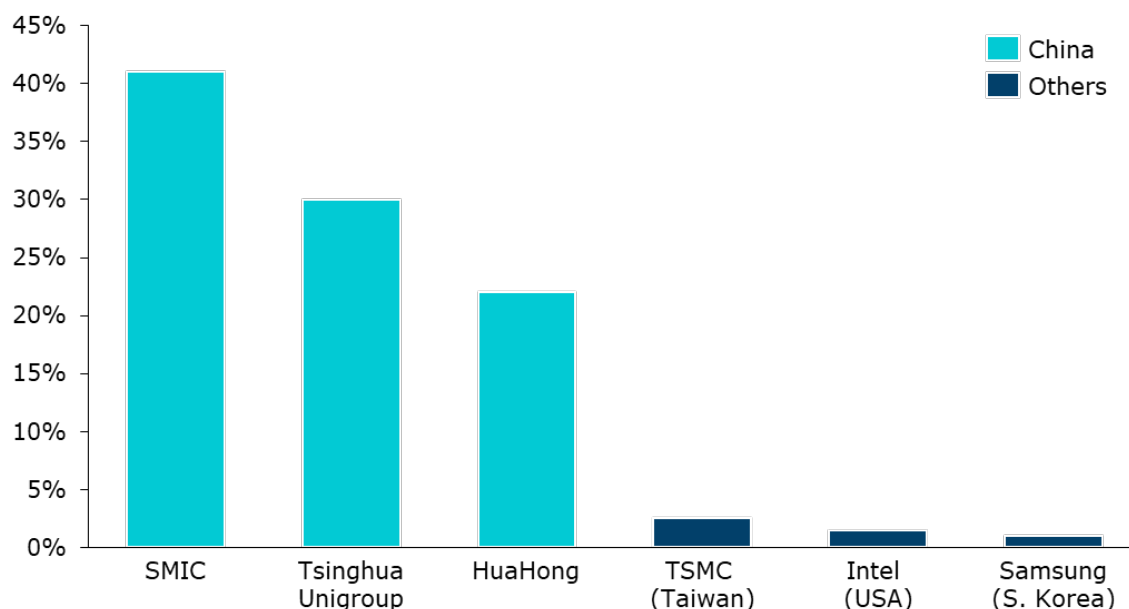
⁵ [Материал CETaS](#)

Big Fund I (сент. 2014 г.) Big Fund II (окт. 2019 г.) Big Fund III (май 2024 г.)

- Заметная роль государственных банков, таких как China Development Bank и Industrial and Commercial Bank of China

Если говорить о государственных субсидиях на уровне отдельных компаний (то есть в процентном отношении к выручке производителей полупроводников с 2014 по 2018 год), то китайские предприятия явно значительно опережали своих иностранных конкурентов. Государственные субсидии составили чуть более 40% выручки SMIC за этот период; 30% для Tsinghua Unigroup и 22% для Hua Hong (см. рисунок ниже). Для сравнения: у TSMC, Intel и Samsung этот показатель был минимальным: доходы, которые можно было идентифицировать как государственные субсидии, составляли максимум 3% или меньше от их выручки за этот же период.

Госсубсидии как доля от выручки компании⁶



Китайские полупроводниковые компании получают выгоду от более низких налогов, освобождения или уменьшения налога на прибыль предприятий, налоговых льгот на НИОКР, а также снижения и (или) освобождения от налогов или пошлин на отечественное или импортируемое оборудование и материалы.

Несмотря на колоссальные инвестиции Китая в сектор, к началу 2023 года правительство пришло к выводу, что индустрия страны не приносит ожидаемых результатов⁷. В Пекине посчитали, что «подход, основанный на ученых, не принес большого прогресса», как и «попытка использовать рыночные силы». В итоге после Всекитайского собрания народных представителей в марте 2023 года правительство Китая обновило надзор за полупроводниковой промышленностью, создав под началом вице-премьера Дин Сюэсяна руководящую группу, задача которой — курировать все аспекты новой стратегии страны в области полупроводников. Возможно, на высоком уровне решили, что Китаю нужен национальный конгломерат государственных предприятий для

⁶ [Maintaining China's dependence on democracies for advanced computer chips](#)

⁷ [A New Era for the Chinese Semiconductor Industry](#)

управления общей политикой в полупроводниковой отрасли по аналогии с такими секторами, как атомная энергетика с CNNC и аэрокосмическая промышленность с CASIC. Как следствие, Китай увеличит инвестиции в фундаментальные НИОКР в области полупроводниковой физики, а также в критически важные технологии, такие как источники света для передовой литографии. Эти преобразования правительство страны объясняет тем, что Большой фонд «изначально был сосредоточен на производстве и дизайне, и недостаточно внимания уделялось самим средствам производства — литографическому оборудованию».

Возможные пути для России

Эффективное использование существующих мощностей для выпуска микросхем с нормами технологического процесса от 90 нм и выше должно стать первым приоритетом для российского рынка микроэлектроники ввиду своей краткосрочности и экономичности.

Далее предстоит сосредоточить усилия на развитии технологий средней степени сложности (от 65 до 28 нм) — основ промышленного, военного и телекоммуникационного секторов экономики. Несмотря на то что такие решения уступают новейшим западным аналогам, именно эта категория обеспечивает надежность функционирования большинства важных технических решений внутри страны.

Производство микросхем с уровнем технологии ниже 14 нм — очень сложная задача даже при наличии колоссальных финансовых ресурсов. Из-за ограниченного доступа к ключевым производственным ресурсам Россия находится в почти таких же условиях, что и КНР, несмотря на огромный объем инвестиций и впечатляющие успехи последнего десятилетия. Финансовые потребности отрасли оцениваются в десятки миллиардов долларов ежегодно. Поэтому, вероятно, потребуется международное сотрудничество.

Несмотря на трудности, у страны есть шанс выйти на уровень самостоятельного изготовления важнейших технологических узлов, таких как оборудование для фотолитографии и роста монокристаллических подложек, уже к началу следующего десятилетия. Общий объем инвестируемых средств может превысить 1 трлн рублей, причем большую часть этих затрат понесет государство, поскольку начальная стадия развития сектора предполагает отсутствие рентабельности и необходимость господдержки научных исследований и разработок.

Значительная доля средств пойдет на обновление действующих предприятий, строительство новых фабрик. Такие меры заложат основу для постепенной модернизации отрасли и сократят зависимость от зарубежных поставщиков.

Барьеры

- Дефицит оборудования и расходных материалов. Отсутствие отечественного оборудования нужного класса для производства и формирования кремниевых пластин, фотолитографических машин и высококачественных расходных материалов (газов, фоторезистов, фотошаблонов) — важное препятствие. Возможен импорт из Юго-Восточной Азии с учетом того, что на ведущих мировых предприятиях оборудование меняется каждые три года при переходе на новый техпроцесс.
- Кадровый потенциал. Для развития любой сложной технологической отрасли необходим высококвалифицированный персонал. Потребность в инженерах, исследователях и квалифицированных рабочих будет огромной. Опыт Вьетнама⁸, который стремится обучить 50 000 инженеров в сфере полупроводников к 2030 году, подчеркивает важность этого аспекта.

⁸ [Vietnam's Strategic Ascent Up the Global Chip Supply Chain](#)

- Достижение суверенитета в микроэлектронике — капиталоемкое предприятие. Опыт Китая с его Большим фондом и многомиллиардными ежегодными инвестициями демонстрирует масштаб необходимых финансовых вложений.
- Санкции и ограничения на экспорт технологий значительно усложняют (можно сказать, блокируют) доступ России к фотолитографическому оборудованию. Это вынуждает страну полагаться на внутренние разработки или искать альтернативные источники, что замедляет прогресс и увеличивает затраты.
- Даже при значительных инвестициях и целенаправленных усилиях достижение передового суверенитета в микроэлектронике — многолетний проект. Опыт Китая, который, несмотря на огромные вложения, всё еще значительно отстает от своих целей по самообеспеченности, позволяет понять, что для реализации таких проектов потребуется немало времени.