

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

ИНСТИТУТ ЕВРОПЫ

РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Е.С. Чимирис

ГЛОБАЛЬНАЯ КОНКУРЕНЦИЯ
В ОБЛАСТИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ,
ПОЛИТИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ВЕДУЩИХ
СТРАН ОТРАСЛИ

МОСКВА
ИЕ РАН
2025

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЕВРОПЫ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Е.С. Чимирис

ГЛОБАЛЬНАЯ КОНКУРЕНЦИЯ В ОБЛАСТИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ, ПОЛИТИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ВЕДУЩИХ СТРАН ОТРАСЛИ

МОСКВА
ИЕ РАН
2025

**Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки**

**Институт Европы
Российской академии наук**

Е.С. Чимирис

**ГЛОБАЛЬНАЯ КОНКУРЕНЦИЯ
В ОБЛАСТИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ,
ПОЛИТИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ВЕДУЩИХ
СТРАН ОТРАСЛИ**

**Доклады Института Европы
№ 421**

Монография

**Москва
ИЕ РАН
2025**

УДК [339.137:621.3.049.77](100)

ББК 65.305.44(0)-132

Ч62

Редакционный совет:

**Н.Б. Кондратьева (председатель), А.И. Бажан,
В.Б. Белов, О.В. Буторина, К.Н. Гусев, П.Е. Кандель,
Р.Н. Лункин, О.Ю. Потёмкина**

Научные редакторы А.И. Бажан, А.В. Котов,
редактор Е.В. Дрожжина

Рецензенты:

Буторина Ольга Витальевна, чл.-корр. РАН, проф., ИЕ РАН
Живалов Владимир Николаевич, д.э.н., проф.,
ВАВТ Минэкономразвития России

Тема НИР FMZS-2024-0006

«Современные проблемы экономики Европы (2024-2026 гг.)»

Чимирис Е.С. Глобальная конкуренция в области микроэлектроники, политические и экономические стратегии развития ведущих стран отрасли = Global competition in microelectronics, political and economic development strategies of leading countries in the industry: [монография] / Е.С. Чимирис. – М.: Ин-т Европы РАН, 2025. – 170 с. – (Доклады Института Европы = Reports of the Institute of Europe / Федеральное гос. бюджетное учреждение науки Ин-т Европы Российской акад. наук ; № 421). – Парал. тит. л. англ. – ISBN 978-5-98163-234-1. – DOI: http://dx.doi.org/10.15211/report42025_421. – EDN: PEUIEF.

Монография анализирует глобальную конкуренцию в сфере развития полупроводниковой отрасли. Рассмотрены структурные особенности мировой торговли, трансформация промышленной политики ведущих держав и усиливающиеся процессы регионализации на фоне геополитической напряжённости. Показаны риски технологической монополизации и оценены перспективы развития российской микроэлектронной отрасли в условиях санкционного режима.

Мнение авторов может не совпадать с мнением редакционного совета.

DOI: http://dx.doi.org/10.15211/report42025_421

© ИЕ РАН, 2025

Russian Academy of Sciences

Institute of Europe RAS

E.S. Chimiris

**GLOBAL COMPETITION
IN MICROELECTRONICS, POLITICAL
AND ECONOMIC DEVELOPMENT
STRATEGIES OF LEADING COUNTRIES
IN THE INDUSTRY**

**Reports of the Institute of Europe
№ 421**

Monography

**Moscow
IE RAS
2025**

Аннотация

В монографии исследована глобальная конкуренция в сфере микроэлектроники с акцентом на полупроводниковую отрасль как ключевое звено современного технологического, экономического и политического соперничества. Показаны структурные особенности мировой торговли полупроводниками и оборудованием для их производства. Особое внимание уделено трансформации промышленной политики: Закону о чипах и науке в США, Европейскому закону о чипах, а также национальным стратегиям Китая (включая Тайвань), Южной Кореи и Японии. Отмечено усиление тенденций регионализации, обусловленное пандемийным кризисом, ростом геополитической напряжённости и тарифными ограничениями. Выделены риски технологической монополизации и зависимость глобальных цепочек от поставщиков критически важного оборудования. Проанализированы перспективы развития российской микроэлектронной отрасли в условиях санкционного режима и ограниченного доступа к современным производственным технологиям.

Annotation

The monograph examines global competition in microelectronics, focusing on the semiconductor industry as a key element of contemporary technological, economic, and political competition. The author explores the structural features of global trade in semiconductors and semiconductor manufacturing equipment. Particular attention is paid to the transformation of industrial policy: The United States' CHIPS and Science Act, the European Chips Act, and the national strategies of China (including Taiwan), the Republic of Korea, and Japan. It is noted the strengthening of regionalization trends driven by the pandemic crisis, rising geopolitical tensions, and tariff restrictions. The risks of technological monopolization and the dependence of global supply chains on suppliers of critical equipment are highlighted. The author analyses the development prospects of the Russian microelectronics industry under sanctions and limited access to modern manufacturing technologies.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	7
ЧАСТЬ 1. Актуальное состояние отрасли полупроводников в мире.....	9
Глава 1. Политическое и экономическое значение отрасли на современном этапе.....	9
Глава 2. Динамика международной торговли полупроводниками и оборудованием для их производства.....	14
Глава 3. Цепочки создания стоимости в области полупроводников – конкуренция и кооперация.....	36
Глава 4. Конкуренция между США и Китаем в области полупроводников.....	54
Глава 5. Тарифные ограничения Японии против Южной Кореи.....	61
ЧАСТЬ 2. Планы по развитию отрасли ведущих игроков.....	70
Глава 1. США: от глобального лидерства к промышленной автономии.....	74
Глава 2. Европейский союз: институциональные инновации и укрепление конкурентоспособности.....	86
Глава 3. Китай: технологическое развитие и формирование глобального влияния.....	106
Глава 4. Республика Корея – стратегия сохранения отраслевой ниши.....	111
Глава 5. Япония – стратегия сохранения лидерства в отдельных сегментах.....	119
Глава 6. Тайвань – сохранение статуса лидера в области передовых технологий производства.....	127
Глава 7. Россия – перспективы развития отрасли полупроводников в условиях противодействия санкционному давлению.....	138
Заключение.....	155
Литература.....	162
Об авторе.....	167

CONTENTS

Introduction.....	7
PART 1. The current state of the global semiconductor industry... 9	
Chapter 1. Political and economic role of the industry at the current stage.....	9
Chapter 2. Dynamics of international trade in semiconductors and equipment for their production.....	14
Chapter 3. Semiconductor value chains – competition and cooperation.....	36
Chapter 4. US-China semiconductor competition.....	54
Chapter 5. Japan’s tariff barriers against South Korea.....	61
PART 2. Development plans of leading players in the industry... 70	
Chapter 1. The United States: from global leadership to industrial autonomy.....	74
Chapter 2. The European Union: institutional innovation and strengthening competitiveness capacity.....	86
Chapter 3. China: technological development and the creation of global influence.....	106
Chapter 4. The Republic of Korea – a strategy for maintaining an industry niche.....	111
Chapter 5. Japan – strategy for maintaining leadership in individual segments.....	119
Chapter 6. Taiwan – maintaining its leadership status in advanced manufacturing technologies.....	127
Chapter 7. Russia – prospects for the development of the semiconductor industry in the context of countering sanction pressure.....	138
Conclusion.....	155
Literature.....	162
About the author.....	167

ВВЕДЕНИЕ

В XXI в. полупроводники метафорически называют «новой нефтью», и связано это с тем, что они приобрели роль важных элементов функционирования глобальных цепочек создания стоимости в области высоких технологий¹. Полупроводники уже стали неотъемлемым компонентом многих потребительских товаров, включая автомобили и смартфоны, но они также используются в товарах двойного назначения, военной промышленности. Кроме того, они играют важную роль в областях, которые напрямую связаны с потенциальными последствиями для обеспечения национальной безопасности. В современном мире производство или доступ к полупроводникам оказывают непосредственное влияние на экономическую стабильность и технологическое развитие. Без полупроводников сложно представить современные процессы цифровизации экономики, расширения применения искусственного интеллекта (ИИ), технологий 5G, интернета вещей, систем индустрии 4.0 и т.п.

Для правительств ведущих государств мира промышленная политика включает в т.ч. развитие и поддержку микроэлектроники, и в частности полупроводниковой отрасли. Специфика этой отрасли имеет два основных аспекта – наукоёмкость и очень быстрое технологическое развитие², а также дорогостоящий вход на рынок – по текущим оценкам строительство нового завода по производству полупроводников обходится примерно в 20 млрд долл., не считая операционных расходов и оплаты труда высококвалифицированных работников.

Однако не все страны способны разрабатывать и производить полупроводники, что ставит мир в зависимость от нескольких ключевых акторов (США, Китай (в том числе Тайвань), ЕС,

¹ См., напр., Colvin G. Semiconductors are «the new oil». That has major implications for business // Fortune. 17.08.2024. URL: <https://fortune.com/2024/08/17/semiconductors-stocks-industry-manufacturing-news/> (дата обращения 06.08.2025).

² Каждые 1,96 года происходит удвоение количества транзисторов на кремниевой пластине в период с 1971 по 2001 гг., при этом величина полупроводников сокращается (в 2025 г. анонсирован технологический процесс в 2 нанометра). Подробнее: Ермошкин Н. Полупроводники как главная технология современности: закон Мура и борьба за технологическое доминирование // Современная мировая экономика. 2025. №3(1). С. 106.

Япония, Южная Корея) и приводит к росту глобальной конкуренции в этой области. Специфика глобального развития отрасли заключается в том, что всего несколько стран занимают важнейшие позиции, распределяя между собой основные этапы производственной цепочки. США и ЕС лидируют в области развития технологий и проектирования полупроводников, Южная Корея, Тайвань (Китайский Тайбэй, как экономический район, ведущий самостоятельную политику), Япония и ряд других стран Азии (Вьетнам, Малайзия, Индонезия и т.п.) заняли место глобальных заводов по производству. Своё место стремится занять Китай, которому сложно справиться с этой задачей в силу позднего вхождения на рынок³. Тем не менее во многом из-за географической концентрации специфических производств в мире, а также из-за обострения геополитической конкуренции и конфликтности, устойчивость цепочек создания стоимости в отрасли оказывается под угрозой. Государства – лидеры отрасли надеются за счёт субсидий в научные исследования и разработки, вложений в капитал и строительство, а также за счёт защиты от внешних конкурентов выиграть гонку технологий в области развития полупроводников.

В силу развития фрагментации мир сталкивается с негативными тенденциями: турбулентность, обрыв цепочек добавленной стоимости, конкуренция, которая приводит к стремлению к большей автономизации внутри собственных экономик и переориентации на собственное промышленное производство, использованию технологических достижений в качестве нового инструмента экономического и политического давления⁴.

В рамках данного доклада предпринята попытка очертить

³ США начали развивать микроэлектронику с конца 1940-х – начала 1950-х гг. (эпоха изобретения транзистора и интегральных схем), в то время как Китай начал активную индустриализацию и освоение микроэлектронных технологий лишь с конца 1970-х гг., после начала политики реформ и открытости, а реальный прорыв в производстве и проектировании микросхем пришёлся на 2000-е гг. и последующее десятилетие. См.: Der Chao Chen, Ryoko Toyama Catch up of semiconductor latecomers in China // International journal of emerging markets. 2006. Vol. 1, №3. P. 247–261.

⁴ Годовой отчёт МВФ 2024. Устойчивость перед лицом перемен. URL: <https://www.imf.org/ru/Publications/WEO/Issues/2024/10/22/world-economic-outlook-october-2024> (дата обращения 06.08.2025).

общие контуры развития политики в индустрии полупроводников. В первой части показаны основные тенденции в области торговли полупроводниками, а также обозначены позиции ключевых мировых производителей в экспорте и импорте товаров – как самих полупроводников, так и машин по их производству. Рассмотрены данные по торговле с 2013–2014 гг. по 2023–2025 гг. в зависимости от доступности данных. Описана текущая конфигурация цепочек создания стоимости, поскольку сейчас ни одна из стран мира не способна самостоятельно реализовать все этапы по созданию современных полупроводников.

Вторая часть работы посвящена анализу политических и стратегических планов ведущих стран в полупроводниковой отрасли. Дан обзор исторического контекста развития именно данного типа производств, показана динамика и специфика встраивания страны в глобальную конкуренцию и кооперацию, обозначены основные проекты по строительству новых объектов и заводов по производству полупроводников. Отдельное внимание уделено ситуации в России как с точки зрения динамики торговли, так и стратегических планов страны в области развития отрасли.

ЧАСТЬ 1. АКТУАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ В МИРЕ

ГЛАВА 1. ПОЛИТИЧЕСКОЕ И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОТРАСЛИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Исследование полупроводниковой отрасли постепенно выходит за рамки узкоспециализированного прикладного направления и привлекает внимание экономистов, политологов и представителей смежных дисциплин. Полупроводники всё более явно выступают в качестве стратегического ресурса, от наличия и развития которого зависит не только технологический прогресс, но и расстановка сил в мировой экономике. В этих условиях государства, располагающие значительными возможностями в сфере разработки, производства и внедрения микроэлектронной продукции, в ближайшей перспективе получат

шансы одержать преимущество в технологическом соперничестве и укрепить свои позиции в числе мировых лидеров.

Исследователи в этой области последовательно доказывают, что технологический суверенитет является ключевым условием обеспечения национальной безопасности⁵, устойчивого экономического развития и конкурентоспособности страны в условиях глобальной геополитической нестабильности. Так, П.А. Карасев отмечает, что технологический суверенитет США в сфере информационно-коммуникационных технологий и полупроводников стал стратегическим приоритетом, имеющим прежде всего политический и военно-стратегический характер, а не экономический⁶. Технологические прорывы становятся ключевым фактором глобальной конкурентоспособности стран и региональных объединений⁷.

Несмотря на то что опыт США, Китая, Южной Кореи и стран ЕС демонстрирует различные модели достижения технологической независимости, все они базируются на активных инвестициях в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), образование, инновации и развитие полупроводниковой отрасли⁸. Авторы сосредотачивают внимание на исследовании опыта наиболее успешных компаний в области производства полупроводников⁹, а также практикам отдельных стран и региональных интеграционных объединений по восста-

⁵ Каштанов В.В., Романов В.В. Эволюция производственных процессов в оборонно-промышленном комплексе: искусственный интеллект и Индустрия 4.0 в выполнении государственных оборонных заказов // Индустриальная экономика. 2025. №2. С. 116–121.

⁶ Карасев П.А. Технологический суверенитет США в современных условиях // Вестник Московского университета. Серия 12. Политические науки. 2024. №5. С. 75–93.

⁷ Авдеева Е.А., Аверина Т.А., Балашова Н.А. Технологические прорывы как основополагающий фактор глобальной конкурентоспособности // Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2022. №2. С. 141–147.

⁸ Иванова Н.И., Тимашова В.В. Основы технологического суверенитета в контексте внешнеэкономических связей стран // Российский внешнеэкономический вестник. 2025. №2. С. 25–43.

⁹ Русаков А.М. Роль предприятия TSMC на международном рынке полупроводниковой продукции // Экономика и бизнес: теория и практика. 2023. №7 (101). С. 176–181.

новлению и/или развитию отрасли (Япония¹⁰, Южная Корея¹¹, Малайзия¹², Европейский союз¹³).

Мировой рынок полупроводников является критически важным элементом глобальной экономики, но его развитие сталкивается с рядом структурных проблем – высокой концентрацией производства в ограниченном числе стран, уязвимостью логистических цепочек и растущим дисбалансом между спросом и предложением¹⁴. Отдельное внимание авторы уделяют опыту развития сотрудничества между ведущими странами в области развития полупроводниковой промышленности¹⁵. Также транснациональные корпорации (ТНК) становятся ключевыми катализаторами мирового инновационного развития, формируя глобальные сети исследований и разработок, стратегические альянсы и корпоративные инновационные модели, что обеспечивает им конкурентное лидерство в условиях ускоряющейся цифровизации и перехода к шестому технологическому укладу¹⁶.

Особый акцент в литературе получил кризис поставок в области полупроводников, связанный с пандемией коронавируса. В дополнение авторы также исследуют негативные последствия развития локальных и региональных конфликтов и санкционной политики для устойчивости глобальных цепочек создания стои-

¹⁰ Гамза Л.А. Япония в борьбе за чипы в Восточной Азии // Восточная Азия: факты и аналитика. 2023. №2. С. 31–47; Тимонина И.Л. Проблема инвестиционной привлекательности Японии: современные подходы (на примере полупроводниковой индустрии) // Японские исследования. 2024. №2. 83–99.

¹¹ Акимова В.В., Чернецкий Ф.М. Трансформация территориальной структуры обрабатывающей промышленности Республики Корея в XXI в. // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2024. №5. С. 90–100.

¹² Луценко А.В. Рынок электроники Малайзии // Российский внешнеэкономический вестник. 2022. №6. С. 124–128.

¹³ Кондратьева Н.Б. Геоэкономический подход в экономической политике Европейского союза // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. 2025. №1.

¹⁴ Седых Н.В. Мировой рынок полупроводников: основные тенденции и проблемы // Вестник Академии знаний. 2023. №2. С. 222–224.

¹⁵ Перова М.К. Совет по торговле и технологиям США–ЕС: особенности сотрудничества // Проблемы экономики и юридической практики. 2023. №6. С. 232–238.

¹⁶ Горда О.С. Особенности реализации инновационных стратегий и бизнес-моделей ТНК // Учёные записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2019. №3. С. 55–67.

мости (ГЦСС) в области полупроводников. М.М. Баранников и Д.А. Горенко показывают, что кризис полупроводников, возникший в результате совокупности факторов (пандемия ковида, торговая война США и Китая, украинский кризис и перебои в поставках сырья), показал уязвимость мировой экономики и её зависимость от стабильности глобальных цепочек поставок¹⁷, в частности в области автомобильной индустрии – кризис отрасли впервые в современной истории возник не из-за падения спроса или перепроизводства, а из-за нехватки комплектующих, что меняет традиционное понимание закономерностей рыночной экономики и заставляет переосмыслить организацию глобальных цепочек поставок¹⁸. Исследователи уделяют особое внимание ГЦСС в Азиатском регионе, т.к. они проходят этап глубокой трансформации под влиянием геополитической напряжённости, последствий пандемии, технологических сдвигов и процессов деглобализации, что приводит к диверсификации производственных и логистических центров и обострению международной конкуренции¹⁹.

Одним из инструментов такой конкуренции всё чаще становятся экономические санкции и ужесточение тарифной политики²⁰, с чем напрямую столкнулись Китай и Россия. Экономические санкции и технологическая блокада оказывают комплексное негативное воздействие на национальную инновационную систему Китая, ограничивая доступ к критически важным технологиям, финансированию и международному сотрудничеству, но одновременно стимулируют внутренние реформы и развитие

¹⁷ Горенко Д.А., Баранников М.М. Оценка современного состояния вопроса и перспектив воздействия причин кризиса полупроводников на мировую экономику // МНИЖ. 2022. №6–5. С. 127–129; Ильина С. А. Рынок полупроводников: глобальная цепочка создания стоимости и динамика в условиях кризиса // Вестник Института экономики РАН. 2022. №3. С. 112–125.

¹⁸ Щербаков Г.А. Глобальный дефицит полупроводниковых компонентов как источник современного кризиса мировой автомобильной промышленности // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2022. №2. С. 270–287.

¹⁹ Ноздрев С.В. Глобальные цепочки создания стоимости в Азии на новом этапе международной конкуренции // Российский внешнеэкономический вестник. 2025. №2. С. 44–60.

²⁰ Гурков И.Б., Филинов Н.Б., Саидов З.Б. Промышленные революции и эволюция экономических санкций // ЭНСР. 2025. №2. С. 5–13.

независимых инноваций²¹. При этом торговая война США и Китая оценивается в литературе не столько как следствие разногласий во внешнеэкономической политике, сколько как проявление борьбы за глобальное лидерство, которая оказывает комплексное влияние на мировую торговлю, отраслевые рынки и международную правовую систему²².

Российский рынок полупроводников испытывает острый дефицит из-за санкций и технологической изоляции и решение проблемы авторы видят в развитии собственной технологической базы²³, поскольку Россия до сих пор сильно зависит от импорта в этой отрасли²⁴, к тому же развитие предприятий электронной промышленности России сдерживается рядом системных проблем, в т.ч. дефицитом кадров²⁵. В качестве возможных решений исследователи предлагают использовать механизмы параллельного импорта, а также развивать сотрудничество с партнёрами по ЕАЭС и другими дружественными интеграционными объединениями²⁶.

²¹ Юй Хань Воздействие экономических санкций и технологической блокады на национальную инновационную систему Китая // Экономика и бизнес: теория и практика. 2025. №3. С. 392–396; Кузьмина В.М., Сапрыка В.А. Международный рынок информационных технологий в условиях санкционных ограничений в КНР // Научный результат. Экономические исследования. 2024. №4. С. 51–59; Ма Лэй Политика полупроводниковой промышленности Китая, эффективность отрасли и синергетическое агрегирование на основе анализа методом GARCH // РЭиУ. 2024. №2. С. 1–9.

²² Арапова Е.Я. Торговая война США и Китая: экономические и правовые эффекты // Сравнительная политика. 2022. №1-2. С. 98–115; Го Линъюй. Экономическая оценка устойчивого развития промышленных кластеров Китая // Вестник ЗабГУ. 2025. №1. С. 72–85.

²³ Седых Н.В. Российский рынок полупроводников: проблемы и пути их решения // ЕГИ. 2023. №2. С. 196–199; Зеленский Д. О., Хуснутдинова А.И. Проблема импортозамещения микрочипов на базе полупроводников как важнейшее условие обеспечения стабильности экономики РФ в условиях санкционной политики стран Запада // Вестник науки. 2023. №6. С. 31–38.

²⁴ Зеленский А.А., Морозкин М.С., Грибков А.А. Обзор полупроводниковой промышленности в мире и России: производство и оборудование // Известия вузов. Электроника. 2021. №6. С. 468–480.

²⁵ Склочев А.М. Особенности современного развития предприятий электронной промышленности России // Вестник МФЮА. 2023. №4. С. 167–176.

²⁶ Демидова Е.В., Шайхутдинова Ф.Н. Преодоление дефицита на рынке полупроводников в России: параллельный импорт и новые партнёры // Вестник экономики, права и социологии. 2022. №3. С. 38–41; Ямпольская Д.О. Электронная промышленность: перспективы развития и сотрудничества РФ с дру-

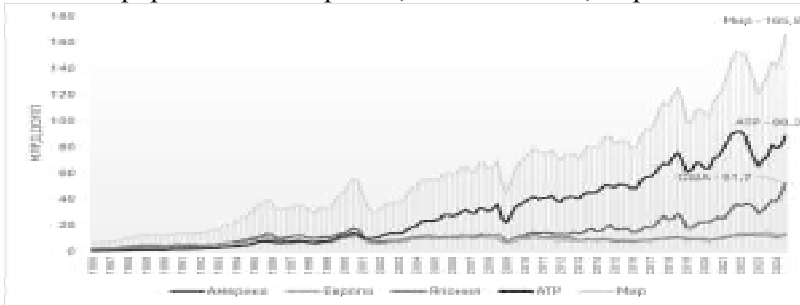
Таким образом, обзор актуальной отечественной литературы по теме показывает, что тема развития отрасли полупроводников с точки зрения экономических и политических факторов привлекает внимание исследователей. Научная новизна настоящей работы заключается в комплексном подходе к изучению полупроводниковой отрасли как ключевого элемента глобальной экономической и политической конкуренции на основе анали за торговой статистики. В отличие от существующих публикаций, сосредоточенных преимущественно либо на экономических аспектах (рынки, инвестиции, цепочки поставок), либо на политико-правовых стратегиях (санкции, государственная поддержка, национальные законы), в монографии впервые представлен целостный анализ полупроводников как геоэкономического ресурса на основе анализа торговой статистики и стратегических планов стран и региональных объединений, сопоставимого по значимости с энергетикой и редкоземельными металлами (РЗМ).

ГЛАВА 2. ДИНАМИКА МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ ПОЛУПРОВОДНИКАМИ И ОБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

Продажи полупроводников в мире неуклонно растут. При этом Азиатско-Тихоокеанский регион (АТР) занимает всё более весомые позиции начиная с 2000-х гг. На рисунке 1 показано географическое распределение продаж по макрорегионам. На АТР приходится 53,2% (88,3 млрд долл.) по данным 2024 г., тогда как Америка закупила полупроводников в III квартале 2024 г. на 51,7 млрд долл., что составляет 31% от мирового объёма. В АТР именно Китай становится основным покупателем чипов для их дальнейшего использования.

Рисунок 1 показывает, что глобальная структура спроса на полупроводники после 2000-х гг. смещается в сторону Азии, где сосредоточено как производство, так и потребление. США демонстрируют стратегическое возвращение в отрасль, что подтверждается ростом импорта и инвестиций в локализацию про-

Динамика продажи полупроводников по отдельным
макрорегионам и странам, 1986–2024 гг., млрд долл.



Источник: WSTS. URL: <https://www.wsts.org/67/Historical-Billings-Report> (дата обращения 12.04.2025).

изводства (согласно Закону о чипах и науке США планирует инвестировать 52 млрд долл. в отрасль). Это сопровождается усилением активности в области исследований и разработок и стимулированием частного сектора. Европа и Япония занимают стабильные, но менее динамичные позиции, отражающие зрелую структуру их промышленной базы²⁷ и ограниченные возможности для масштабируемого роста без международной кооперации. При этом региональные различия в динамике рынка полупроводников в 2023–2024 гг. показывают необходимость изучения нарастающего значения государственной промышленной политики и структурных инвестиций в рассматриваемых странах и региональных объединениях.

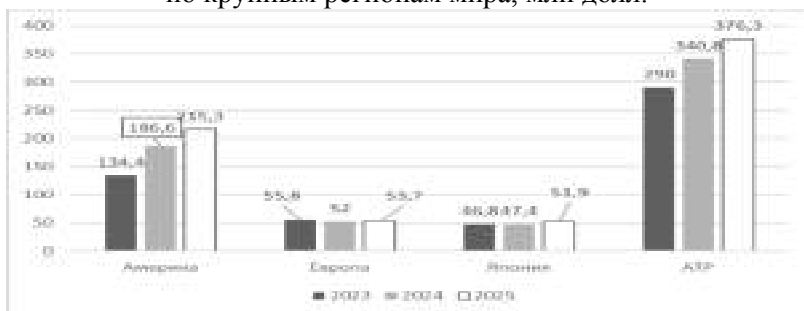
Следующих главах более детально показаны причины такого глобального распределения, особенности специализации от-

²⁷ Европейский союз обладает одной из наиболее развитых и диверсифицированных промышленных систем мира. Ведущие отрасли промышленности ЕС включают: машиностроение и автомобилестроение; химическую и фармацевтическую промышленность; металлургию и производство материалов; высокотехнологичные отрасли (электронику, телекоммуникации, «зелёную» энергетику, робототехнику). Япония традиционно имеет мощный промышленный комплекс с ориентацией на высокие технологии и экспортно ориентированные отрасли. Основные сегменты: автомобилестроение; электроника и электротехника; робототехника и машиностроение; химическая промышленность и материалы (включая производство полупроводников и компонентов для микроэлектроники); судостроение и точное приборостроение.

дельных стран, а также специфика их стратегической политики в области производства полупроводников, которая уже начала давать первые результаты: на рисунке 2 показано, что объёмы продаж полупроводников в Европе на порядки ниже, чем в АТР и в Америке. При этом прогноз на 2025 г. по Европе ниже, чем результаты за 2023 г.

Рисунок 2

Прогноз объёмов продаж полупроводников в 2023–2025 гг.
по крупным регионам мира, млн долл.



Источник: European Semiconductor Industry Association. December 2024. URL: https://www.eusemiconductors.eu/sites/default/files/ESIA_WSTS_AutumnForecasts2024_0.pdf (дата обращения 10.10.2025).

АТР занимает всё более весомые позиции в области продаж полупроводников в мире. Общие объёмы региона по прогнозам на 2025 г. больше, чем объёмы продаж Америки и Европы вместе взятых. В АТР планируемый рост составляет более 30% за период. Это подчёркивает структурное доминирование региона в глобальной полупроводниковой индустрии, где сосредоточены как производственные мощности (Китай, в т.ч. Тайвань, Южная Корея), так и растущий спрос.

США занимает 2-е место по объёму и демонстрирует самый высокий прогноз темпов роста среди рассматриваемых регионов: с 134,4 млн в 2023 г. до 215,3 млн долл. в 2025 г. Прирост составляет около 60%, что может быть обусловлено эффектом масштабных государственных инвестиций (например, использованием Закона о чипах и науке в США), ростом спроса на искусственный интеллект и укреплением внутреннего производства. Прогноз по ЕС показывает сдержанную динамику с незначи-

тельным снижением в 2024 г. Такая траектория отражает ограниченные возможности масштабирования и ориентацию на специфические сегменты (автомобили, промышленная электроника). Япония также демонстрирует стабильные, но невысокие показатели (сопоставимые с ЕС) в силу специфики специализации в области производства специализированных химических веществ и т.п.

Глобальная структура спроса и предложения в полупроводниковой отрасли сохраняет региональное неравновесие, где АТР и США являются основными стимулами роста, в то время как ЕС и Япония выступают как стабилизирующие, но не развивающиеся участники. При этом темпы роста продаж в Америке сигнализируют о результативности политики reshoring²⁸ и усиления технологического суверенитета²⁹. АТР сохраняет статус системообразующего региона, что делает его критически важным элементом в глобальных цепочках создания стоимости микросхем, в то время как европейская и японская траектории предполагают сохранение нишевой специализации. Таким образом, прогнозная динамика свидетельствует о перераспределении технологического лидерства в сторону США и продолжении азиатской производственной гегемонии, с потенциальными вызовами для Европы и Японии по части адаптации к новым условиям конкуренции.

Обзор актуальной торговой статистики в области полупроводников

Машины и аппараты для производства полупроводников

Отрасль полупроводников включает в себя несколько групп товаров, в частности машины и аппараты для производства кремниевых пластин, интегральных схем и т.п. Данный тип продукции относится к категории сложных производств. В 2023 г. общий объём торговли этими товарами в мире составил 118 млрд долл. (0,52% общемировой торговли). При этом основными экспортёрами в 2023 г. были ЕС (в основном за счёт Нидерландов)

²⁸ Решоринг (от англ. *reshoring*) – перенос в страну «материнской» компании производственных мощностей, которые ранее были из неё выведены.

²⁹ Волгина Н.А. Решоринг в США: особенности и перспективы // Современная мировая экономика. 2023. Т. 1. №4. С. 7.

– 30,8 млрд, Япония – 26,2 млрд долл., основными импортёрами – Китай (37,8 млрд) и Южная Корея (18,6 млрд долл.). Общие продажи данного типа товаров в течение 5 лет ежегодно росли в среднем на 5,28%³⁰.

Таблица 1 отражает структуру мировой торговли оборудованием для производства полупроводников, включая как экспортёров, так и импортёров, в стоимостном выражении и процентном соотношении к общемировым объёмам. Данные позволяют проследить не только географическую концентрацию торговых потоков, но и существующую асимметрию между странами – поставщиками технологически сложных систем и странами – потребителями оборудования.

Таблица 1

Основные экспортёры и импортёры машин и аппаратов, используемых для производства полупроводниковых булей³¹ или пластин, полупроводниковых приборов, электронных интегральных схем или плоских дисплеев; запчастей и принадлежностей, 2023 г.

Страна	Экспорт (млрд долл.)	Доля в %	Страна	Импорт (млрд долл.)	Доля в %
Япония	26,2	22,1	Китай	37,8	31,9
Нидерланды	22,2	18,7	Южная Корея	18,6	15,7
США	19,4	16,3	Тайвань	16,9	14,3
Сингапур	16,5	13,9	США	10,8	9,1
Южная Корея	6,5	5,5	Сингапур	7,6	6,4
Малайзия	5,7	4,8	Япония	5,3	4,5
Китай	5,6	4,7	Нидерланды	3,2	2,7
Тайвань	5,4	4,6	Ирландия	2,8	2,4
Германия	4,2	3,5	Малайзия	2,3	2,0
Австрия	1,7	1,4	Германия	2,0	1,7

Источник: ОЕС, 2023. URL: <https://oec.world/en/profile/hs/machines-and-apparatus-of-a-kind-used-solely-or-principally-for-the-manufacture-of-semiconductor-boules-or-wafers-semiconductor-devices-electronic-integrated-circuits-or-flat-panel-displays?selector1699id=pctOption> (дата обращения 12.03.2025).

³⁰ ОЕС. URL: <https://oec.world/en/profile/hs/machines-and-apparatus-of-a-kind-used-solely-or-principally-for-the-manufacture-of-semiconductor-boules-or-wafers-semiconductor-devices-electronic-integrated-circuits-or-flat-panel-displays> (дата обращения 14.04.2025).

³¹ Монокристаллический слиток, изготовленный синтетическим способом. Буля кремния является исходным материалом для производства большинства интегральных схем.

Основные **экспортёры** оборудования – Япония (26,2 млрд долл.; 22,1% мировой доли), Нидерланды (22,2 млрд; 18,7%) и США (19,4 млрд; 16,3%). Эти три страны совокупно формируют более 57% глобального экспорта, что подтверждает их статус технологических лидеров в области высокоточного машиностроения и фотолитографического оборудования (в частности, *ASML*, Нидерланды; *Tokyo Electron*, Япония; *Applied Materials*, США). Доля других стран, включая Сингапур, Южную Корею, Малайзию и Германию, варьируется от 3 до 14%, отражая их участие в менее капиталоемких, но стратегически важных этапах – сборке, упаковке и тестировании оборудования. Примечательно, что Китай также фигурирует как экспортёр оборудования (4,7%), что свидетельствует о его нарастающем потенциале в сегменте базовых машин и вспомогательных компонентов, но пока не позволяет ему конкурировать с государствами G7 по уровню технологической зрелости.

Крупнейшие **импортёры** оборудования – Китай (37,8 млрд долл.; 31,9% мирового импорта), Южная Корея (18,6 млрд; 15,7%), Тайвань (16,9 млрд; 14,3%). Эти три актора – ключевые производственные центры полупроводников в Азии, контролирующие значительную часть глобального выпуска микросхем и памяти (*Samsung*, Германия, *SK Hynix*, Южная Корея, *Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC)*, Тайвань и др.).

Следом идут США (9,1%) и Сингапур (6,4%), которые, несмотря на наличие собственного оборудования, продолжают импортировать специализированные установки в рамках диверсификации цепочек и операций по сборке. Импорт со стороны Японии и Нидерландов остаётся ограниченным (менее 5%), что отражает их высокую степень самодостаточности в области собственного технологического оборудования.

Глобальная торговля оборудованием для производства полупроводников характеризуется высокой концентрацией экспортного потенциала в странах технологического ядра – Японии, Нидерландах и США. Эти государства формируют инфраструктурный фундамент всей мировой полупроводниковой экосистемы за счёт уникальных компетенций в разработке и производстве оборудования.

Страны Юго-Восточной Азии являются ключевыми импортёрами оборудования, что подтверждает их ведущую роль в сфере контрактного производства³², упаковки и выпуска *DRAM/NAND*-памяти³³. Высокий уровень импорта также указывает на их зависимость от западных поставщиков, особенно по направлениям *EUV*- и *DUV*-литографии³⁴.

Наблюдается чёткое разделение глобальных функций: одни страны (государства – члены ЕС, США, Япония) специализируются на производстве оборудования, а другие (Китай, Южная Корея, Тайвань) – на его использовании. Такая конфигурация усиливает структурные риски при политической эскалации и нарушении сроков и объёмов поставок.

Китай, несмотря на высокий уровень импорта, постепенно формирует экспортный сегмент, но его текущая доля всё ещё невелика и ограничена в основном оборудованием базового уровня. Это подчёркивает технологический разрыв с лидерами и обуславливает потребность в масштабных инвестициях и трансфере технологий.

Данные по внешней торговле оборудованием для производства полупроводников подтверждают наличие устойчивой, но не сбалансированной архитектуры глобальной отрасли, в которой доступ к передовому оборудованию становится не только экономическим, но и геостратегическим ресурсом. В условиях

³² Имеется в виду ситуация, когда проектирование полупроводников происходит в одной компании, а само производство заказывается в другой.

³³ *DRAM* (*Dynamic Random Access Memory*) – тип энергозависимой динамической оперативной памяти с произвольным доступом, использующий конденсаторы для хранения битов данных; характеризуется высокой плотностью хранения и необходимостью постоянного обновления информации. *NAND* (англ. *NOT-AND*) – тип энергонезависимой флеш-памяти, применяемый в твердотельных накопителях (*SSD*), картах памяти и *USB*-устройствах; отличается высокой скоростью чтения/записи и плотностью размещения данных.

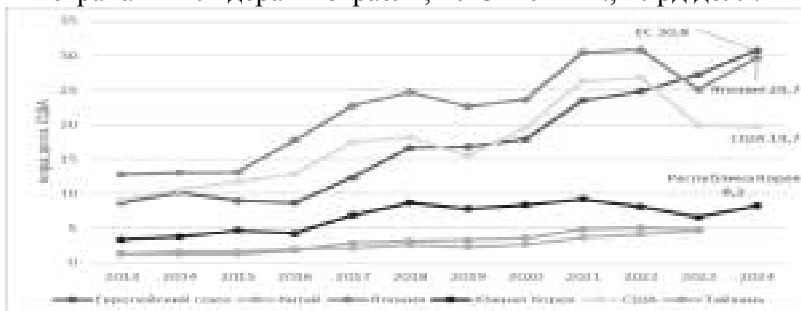
³⁴ *EUV* (*Extreme Ultraviolet*) и *DUV* (*Deep Ultraviolet*) – технологии литографии, применяемые при производстве микросхем. *DUV*-литография – технология производства полупроводниковых микросхем, использующая ультрафиолетовое излучение с короткой длиной волны (193 нанометров) и применяется для технологических процессов до 10 нм, часто с многократной экспозицией. *EUV*-литография работает на длине волны 13,5 нм и позволяет создавать более плотные структуры при меньшем числе этапов, что необходимо для техпроцессов 7 нм и ниже. *EUV* требует вакуума и специальных зеркальных оптических систем, в отличие от более простой и зрелой *DUV*-технологии.

усиливающейся конкуренции за технологический суверенитет контроль над экспортом и импортом таких систем приобретает критическое значение для промышленной политики, устойчивости цепочек поставок и национальной безопасности.

На рисунке 3 представлена динамика экспорта машин и оборудования из стран и интеграционных объединений, которые в последние несколько лет начали предпринимать шаги по формированию новой промышленной политики в области полупроводников.

Рисунок 3

Экспорт машин и аппаратов, используемых для производства полупроводниковых булей или пластин, полупроводниковых приборов, электронных интегральных схем или плоских дисплеев; запчастей и принадлежностей (ТН ВЭД³⁵ 8486) странами – лидерами отрасли, 2013–2024 гг., млрд долл.



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

Европейский союз (ЕС) демонстрирует устойчивую восходящую тенденцию, начиная с уровня порядка 13 млрд в 2013 г. и достигая 30,8 млрд долл. в 2024 г. Это отражает промышленную специализацию ЕС на производстве высокоточного литографического и измерительного оборудования. Япония занимает 2-ю позицию по объёму экспорта, увеличив его с примерно 22 млрд в 2013 г. до 29,7 млрд долл. в 2024 г. Страна сохраняет статус одного из ключевых поставщиков компонентов, дозирующего³⁶,

³⁵ Товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности.

³⁶ Дозирующее оборудование в производстве полупроводников – это специа-

травильного и измерительного оборудования (например, такие компании как *Tokyo Electron*, *SCREEN*, *Hitachi High-Tech* и др.).

США, несмотря на высокую концентрацию производителей оборудования (например, *Applied Materials*, *Lam Research*), находятся на 3-й позиции с экспортом на уровне 19,7 млрд долл. в 2024 г. После роста в 2020–2022 гг. наблюдается временное снижение, вероятно, связанное с экспортными ограничениями в отношении Китая.

Южная Корея, преимущественно ориентированная на внутреннее потребление оборудования, демонстрирует среднегодовой рост: от порядка 4 млрд в 2013 г. до 8,2 млрд долл. в 2024 году. Китай и Тайвань, несмотря на их важнейшую роль в производстве микросхем, экспортируют существенно меньше оборудования. Их показатели в 2024 г. составляют около 4–5 млрд долл., что объясняется внутренним спросом и фокусом на импорт, а не экспорт оборудования.

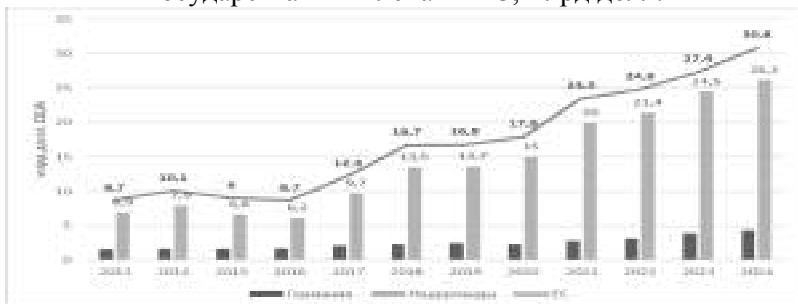
Как мы уже отметили, общий экспорт ЕС по данной группе товаров в 2024 г. составил 30,7 млрд долл., что на 12,3% больше, чем в 2023 г. (27, 3 млрд долл.). На рисунке 4 показано, что Европейский союз демонстрирует устойчивый и ускоряющийся рост экспорта оборудования в рассматриваемом периоде с 8,7 млрд в 2013 г. до 30,8 млрд долл. в 2024 г., что эквивалентно более чем троекратному увеличению объемов за 11 лет. Переход к росту начинается с 2017 г. и особенно ускоряется с 2020 г. – вероятно, в ответ на глобальный полупроводниковый дефицит и промышленную политику ЕС (включая Европейский закон о чипах). Экспорт из Нидерландов – ключевой стимул роста в составе ЕС. Объем поставок оборудования из Нидерландов вырос с 6,9 млрд в 2013 г. до 26,2 млрд долл. в 2024 г.

Германия показывает менее выраженный, но устойчивый рост: с 1,0–1,5 млрд в 2013–2019 гг. до 4,6 млрд долл. в 2024 г. Эта тенденция отражает вклад немецких производителей специализированного технологического оборудования, запчастей и измерительных систем (например, *SUSS MicroTec*, *Trumpf*, *Zeiss SMT*).

лизированные устройства, предназначенные для точного нанесения контролируемого количества материалов (жидких, пастообразных или порошковых) на подложки, пластины или компоненты в ходе технологических операций.

Рисунок 4

Экспорт машин и аппаратов, используемых для производства полупроводниковых булей или пластин, полупроводниковых приборов, электронных интегральных схем или плоских дисплеев; запчастей и принадлежностей (ТН ВЭД 8486) государствами – членами ЕС, млрд долл.



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

Нидерланды в 2024 г. занимали 85% рынка экспорта данной группы товаров в общем экспорте ЕС. При этом в общем экспорте Нидерландов данная группа товаров составляет 3,36%. С 2013 по 2024 г. Нидерланды в 4 раза нарастили экспорт машин и оборудования для производства полупроводников. На 2-м месте со значительным отрывом располагается Германия. В 2024 г. её экспорт составил 4 млрд долл. (14% от общего экспорта ЕС в этой группе товаров). В общем экспорте Германии машины для производства полупроводников занимают 0,26%³⁷.

Если рассматривать государства – члены ЕС, которые также активно экспортируют товары данной группы (по данным 2023 г.), то стоит также отметить: Ирландию (196 млн долл.), Чехию (195 млн долл.), Швецию (146 млн долл.)³⁸. Таким образом, локомотивом роста экспортного потенциала ЕС в области полупроводникового оборудования выступают Нидерланды, чья спе-

³⁷ OEC. URL: <https://oec.world/en/profile/hs/machines-and-apparatus-of-a-kind-used-solely-or-principally-for-the-manufacture-of-semiconductor-boules-or-wafers-semiconductor-devices-electronic-integrated-circuits-or-flat-panel-displays#bespoke-title-952> (дата обращения: 14.04.2025).

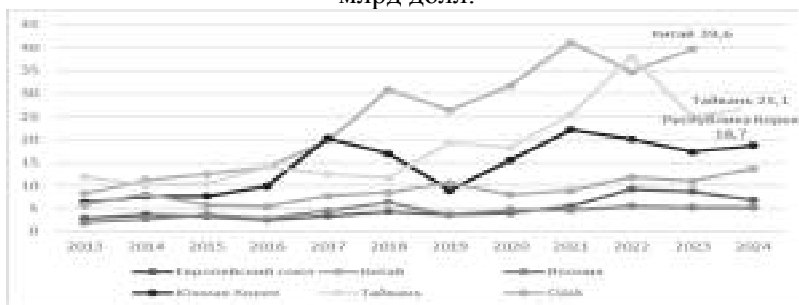
³⁸ Comtrade, 2023. URL: comtradeplus.un.org (дата обращения 14.04.2025).

циализация в литографии обеспечивает им критическое значение в глобальных цепочках поставок.

Относительно основных импортёров машин и оборудования для производства полупроводников, отмечаются следующие тенденции (рис. 5).

Рисунок 5

Импорт машин и аппаратов, используемых для производства полупроводниковых булей или пластин, полупроводниковых приборов, электронных интегральных схем или плоских дисплеев; запчастей и принадлежностей (ТН ВЭД 8486), млрд долл.



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

Китай занимает 1-е место по объёму импорта машин и аппаратов на всём протяжении рассматриваемого периода, демонстрируя стремительный рост: от порядка 8 млрд в 2013 г. до 39,6 млрд долл. в 2024 г. Рост особенно ускоряется после 2017 г., несмотря на ужесточение экспортного контроля со стороны США. В 2018 г. США приняли Закон по контролю экспорта³⁹, ограничивший экспорт передовых технологий, которые в т.ч. могут быть использованы в рамках продукции двойного назначения. Отметим, что Закон был направлен против Китая с целью заблокировать его доступ к новейшим разработкам. Тем не менее

³⁹ H.R.5040 – Export Control Reform Act of 2018. To authorize the President to control the export, reexport, and transfer of commodities, software, and technology to protect the national security, and to promote the foreign policy, of the United States, and for other purposes. URL: <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/5040> (дата обращения: 06.08.2025).

рост импорта в Китай подтверждает стратегическую направленность КНР на масштабное наращивание собственных производственных мощностей в условиях технологической изоляции (в рамках политики Сделано в Китае 2025).

Тайвань – второй по величине импортёр с показателем 25,1 млрд долл. в 2024 г. Рост особенно выражен после 2020 г., что связано с расширением производственных мощностей TSMC⁴⁰ и других контрактных производителей чипов на Тайване. Южная Корея удерживает устойчиво высокие объёмы импорта оборудования, достигнув 18,7 млрд долл. в 2024 г. Пиковые значения наблюдаются в 2017 и 2021 гг., когда *Samsung* и *SK Hynix* (Южная Корея) активно инвестировали в расширение линий по выпуску устройств памяти.

США, несмотря на амбициозные программы возвращения в страну производства, демонстрируют стабильные, но умеренные объёмы импорта оборудования для производства полупроводников с порядка 12 млрд долл. в 2013 г. до около 13 млрд долл. в 2024 г. Это указывает либо на ещё не реализованные в полной мере меры в рамках Закона о чипах и науке, либо на ориентацию на внутреннее производство оборудования. Объём производства оборудования для полупроводников в США в 2024 г. оценивается примерно в 13,2 млрд долл. с прогнозом роста до 15,8 млрд к 2029 г. (это составляет порядка 12–15 % мирового рынка)⁴¹.

Япония и Европейский союз сохраняют низкие уровни импорта (в пределах 5–7 млрд долл.), что объясняется высокой долей локального производства собственного технологического оборудования.

Таким образом, импорт оборудования для производства полупроводников демонстрирует выраженную региональную концентрацию с явным доминированием Китая, Тайваня и Южной Кореи. Эти акторы формируют «ядро» группы ведущих произ-

⁴⁰ TSMC планирует построить не менее 15 новых заводов: 11 на Тайване, 1 в Японии, 1 в Германии и от 2 до 3 – в США. См.: Capex activities in semiconductor industry for support of growth. URL: <https://www.semi.org/sites/semi.org/files/2025-05/MS-SEMIWEB5.2825.pdf> (дата обращения 06.08.2025).

⁴¹ Semiconductor manufacturing equipment market size. 2025. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/semiconductor-manufacturing-equipment-market-263678841.html> (дата обращения 06.08.2025).

водителей полупроводников и наиболее уязвимы к ограничениям доступа к критическим технологиям. Рисунок 5 свидетельствует о перераспределении глобального спроса на оборудование в пользу азиатских экономик. Страны, ведущие активную индустриальную политику в сфере полупроводников, показывают резкий рост импорта, несмотря на геополитические барьеры. Это подчёркивает значимость оборудования как стратегического ресурса XXI в. и усиливает актуальность вопросов контроля экспорта, промышленного шпионажа и технологического суверенитета.

Международная торговля полупроводниками и полупроводниковыми приборами

Общий мировой объём торговли полупроводниками и полупроводниковыми приборами в 2023 г. составил 155 млрд долл. (0,68% общемировой торговли). Основными экспортёрами стали Китай, Малайзия и Япония. Основными импортёрами – США и Гонконг. В течение последних 5 лет прирост торговли этой группой товаров ежегодно составлял 8,28%⁴².

Представленные в таблице 2 данные характеризуют распределение основных экспортёров и импортёров полупроводниковых компонентов по объёмам и долям в глобальной торговле. Отметим, что речь идёт о готовой продукции – интегральных схемах, транзисторах, диодах и прочих микросхемах, которые составляют основу современной электроники.

Китай уверенно лидирует в мировом экспорте полупроводников с объёмом 62,3 млрд долл., что составляет 40,3% от общего объёма мирового экспорта. КНР показывает высокую производственную активность (включая сборку и тестирование), а также растущую роль страны как глобального экспортного узла в цепочке поставок микросхем и полупроводниковых компонентов. Такой масштаб экспорта при наличии значительного импорта (см. ниже) указывает, что Китай играет двойную роль: как производственная база (особенно для мультинациональных корпораций) и как центр промежуточной переработки и экспорта продукции, произведённой на территории страны, но по ли-

⁴² OEC. URL: <https://oec.world/en/profile/hs/semiconductor-devices> (дата обращения 14.04.2025).

Таблица 2

Основные экспортёры и импортёры полупроводников и приборов в 2023 г.

Страна	Экспорт (млрд долл. США)	Доля в %	Страна	Импорт (млрд долл. США)	Доля в %
Китай	62,3	40,3	США	25,4	16,4
Малайзия	12,7	8,23	Гонконг	16,3	10,5
Япония	9,09	5,8	Китай	12,9	8,4
Германия	8,6	5,6	Германия	10,7	6,9
Вьетнам	7,9	5,1	Индия	6,7	4,5
Таиланд	7,5	4,8	Сингапур	5,3	3,4
Сингапур	7	4,6	Малайзия	4,6	3,0
Тайвань	6	3,9	Япония	4,4	2,8
Южная Корея	3,7	2,5	Нидерланды	4,38	2,8
Нидерланды	3,1	2	Бразилия	4,36	2,8

Источник: ОЕС, 2023. ОЕС. URL: <https://oec.world/en/profile/hs/semiconductor-devices> (дата обращения 15.04.2025).

цензиям и с участием иностранных компаний.

Малайзия (12,7 млрд долл.; 8,23%) и Вьетнам (7,9 млрд долл.; 5,1%) входят в первую пятёрку экспортёров, что подтверждает их стратегическую роль как региональных центров сборки, тестирования и упаковки полупроводников. Это свидетельствует о продолжающейся переноса производственных цепочек в Юго-Восточную Азию – тенденции, вызванной в первую очередь стремлением к снижению себестоимости производства.

Япония, Германия, Таиланд и Сингапур демонстрируют умеренные объёмы экспорта (в диапазоне 4–6%), при этом играют разные роли: Япония и Германия – как поставщики более высокотехнологичных компонентов, Сингапур и Таиланд – как участники глобальных контрактных цепочек (производство и сборка).

США – крупнейший импортёр полупроводников (25,4 млрд долл.; 16,4%). Этот факт показывает, что, несмотря на лидерство в сфере проектирования чипов (через такие компании, как *Intel*, *AMD*, *Nvidia* и *Qualcomm*), страна зависит от внешних производственных мощностей, прежде всего расположенных в Азии. Импорт необходим для удовлетворения внутреннего спроса на готовые микросхемы, в т.ч. в военной, телекоммуникационной и автомобильной отраслях.

Гонконг (16,3 млрд долл.; 10,5%), и Китай (12,9 млрд долл.;

8,4%) характеризуются значительными объёмами импорта, что свидетельствует о высокой степени взаимозависимости внутри азиатского производственного региона. Гонконг традиционно выступает в качестве реэкспортного и логистического узла, тогда как Китай импортирует полупроводники, в т.ч. для дальнейшей переработки, сборки и экспорта.

Индия (6,7 млрд долл.; 4,5%) держит устойчивый спрос на микросхемы, что соотносится с курсом на развитие национального ИТ-сектора и мобильной электроники, однако пока сохраняет высокий уровень зависимости от внешних поставок. В частности, премьер-министр Индии Н. Модии отметил, что «развитие экосистемы полупроводников в Индии рассматривается не только как ответ на вызовы на национальном уровне, но и как ответ на глобальные проблемы. Мечта Индии, что каждое устройство в мире будет оснащено индийским микрочипом»⁴³.

Европейские страны – Германия (10,7 млрд долл.), Нидерланды (4,38 млрд долл.), а также Бразилия (4,36 млрд долл.) занимают значимые, но не доминирующие позиции в импорте полупроводников. Это отражает технологическую потребность промышленного производства в этих странах (включая автомобилестроение в Германии и Бразилии) и недостаточный уровень локализованного выпуска микросхем. Прогнозируется рост рынка микросхем для автомобильной промышленности в Бразилии в объёме 11,5% с 2024 по 2030 г.⁴⁴

Международная торговля полупроводниками показывает высокий уровень концентрации и взаимозависимости, при этом экспорт ориентирован на Восточную и Юго-Восточную Азию, а импорт – на США, Китай и крупные промышленные экономики. Китай сохраняет ключевую роль в обеих частях таблицы 2 – и как крупнейший экспортёр, и как один из крупнейших потребителей, что подтверждает его статус производственного яд-

⁴³ «Silicon Diplomacy» to see India lead the world in semicondu. 2024. URL: <https://timesofindia.indiatimes.com/india/silicon-diplomacy-to-see-india-lead-the-world-in-semiconductors-pm-modi/articleshow/113267704.cms> (дата обращения 06.08.2025).

⁴⁴ Brazil Semiconductor Market Size & Share Analysis – Growth Trends and Forecast (2025–2030). URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/brazil-semiconductor-market> (дата обращения 21.10.2025).

ра, интегрированного в глобальные цепочки. Страны ЮВА (Малайзия, Вьетнам, Таиланд) быстро наращивают экспортный потенциал, подтверждая тенденцию на «дружественную локализацию» в ответ на санкционные и логистические вызовы последних лет. Импорт США и ЕС отражает структурную нехватку внутренних производственных мощностей, что делает их уязвимыми к сбоям в глобальных поставках и подталкивает к реализации программ типа Закона о чипах и науке в США⁴⁵ и Европейского закона о чипах⁴⁶.

Распределение торговых потоков в сфере полупроводников иллюстрирует значительный разрыв между странами, контролирующими процесс проектирования и оборудование, и странами, выполняющими производственные и сборочные функции. В условиях обострения технологической конкуренции и геополитического давления эта структура становится основой как для международной кооперации, так и для стратегического соперничества. Поддержание сбалансированной торговли и диверсификация поставок становятся ключевыми условиями устойчивости отрасли.

На рисунке 6 представлена динамика экспорта полупроводниковых изделий – включая диоды, транзисторы, фотогальванические элементы, интегральные схемы и т.п. – по шести рассматриваемым странам и экономическим союзам за период с 2013 по 2024 г.

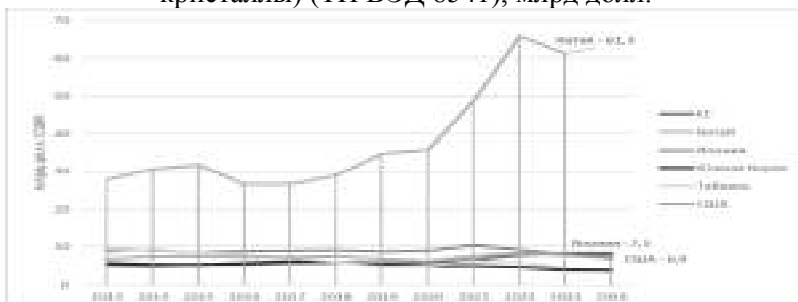
Китай безоговорочно лидирует по объёму экспорта с порядка 28 млрд в 2013 г. до пика в 66 млрд долл. в 2022 г. Несмотря на внешнеполитические ограничения и торговые барьеры, Китай остаётся крупнейшим игроком на глобальном рынке экспорта полупроводников. Япония показывает стабильные, хотя и незначительно колеблющиеся объёмы: в диапазоне 8,5–10 млрд долл., с пиком в 2021 г., что подтверждает её специализацию на нишевых компонентах (сенсоры, дискретные информационные системы) и высокую долю локализованного производства.

⁴⁵ H.R.4346 – CHIPS and Science Act // Congress.gov. URL: <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346> (дата обращения 08.08.2025).

⁴⁶ A Chips Act for Europe // European Commission. 2022. URL: https://www.european-chips-act.com/COM_2022_45_1_EN.pdf (дата обращения 08.08.2025).

Рисунок 6

Экспорт полупроводников (диоды, транзисторы, аналогичные полупроводниковые приборы; включая фотоэлектрические элементы, собранные или не собранные в модули, панели, светоизлучающие смонтированные пьезоэлектрические кристаллы) (ТН ВЭД 8541), млрд долл.



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

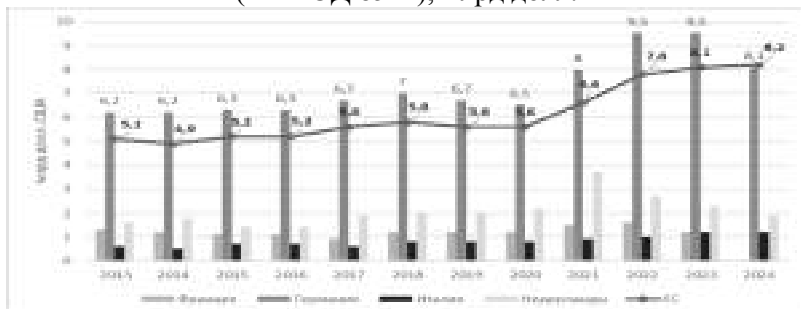
Южная Корея – один из ведущих экспортёров устройств хранения информации (*DRAM*, *NAND*), однако её показатели после 2016 г. снижаются с порядка 5,6 млрд до около 3,5 млрд долл. к 2024 г., что может быть связано с повышенной внутренней интеграцией производственно-сборочных цепочек и глобальной конкуренцией. США показывают устойчивость в экспорте (примерно 7–9 млрд долл.), а также потенциал страны в секторе проектирования системных ИС и высокопроизводительных компонентов. ЕС удерживает умеренные объёмы экспорта с постепенным снижением в последние годы, что свидетельствует о большей зависимости от импортных технологий и менее выраженной экспортной ориентации.

В ЕС основным экспортёром полупроводников стабильно остаётся Германия. С 2013 по 2022–2023 гг. она нарастила экспорт данной группы товаров на 56,3%. На 2-м месте по объёмам экспорта полупроводников находятся Нидерланды, показатели которых росли до 2021 г. (3,6 млрд долл.), но к 2023–2024 гг. снизились до уровня 2019 г. На рисунке 7 представлена динамика экспорта полупроводниковых устройств (включая диоды, транзисторы, интегральные схемы, светодиоды и др.) из ключе-

вых государств – членов Евросоюза за период с 2013 по 2024 г. Временной ряд позволяет проследить как общеевропейские, так и национальные тенденции в торговле полупроводниковой продукцией.

Рисунок 7

Экспорт полупроводниковых приборов из стран ЕС (ТН ВЭД 8541), млрд долл.



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

Германия стабильно занимает ведущие позиции среди стран ЕС по объёму экспорта: рост с примерно 6,2 млрд в 2013 г. до пиковых 9,5 млрд долл. в 2022–2023 гг., с последующей умеренной коррекцией до 8,1 млрд долл. в 2024 г. Это подтверждает ведущую роль Германии как поставщика электронных компонентов, особенно в автомобильной и промышленной электронике (*Infineon, Bosch* и др.).

Совокупный экспорт ЕС также показывает положительную динамику: увеличение с примерно 5,0 млрд долл. в 2013 г. до 8,2 млрд долл. в 2024 году⁴⁷. Это свидетельствует о росте общего вклада стран – членов ЕС в глобальные поставки полупро-

⁴⁷ Отметим, что база данных *Comtrade UN* фиксирует ЕС как единого «репортера» только в тех случаях, когда статистика предоставляется институтами ЕС (например, по внутрисоюзной торговле), но при этом каждая страна ЕС также публикует собственные национальные данные. Это значит, что данные по Германии и данные по ЕС не являются взаимно исключающими. ЕС публикует в *Comtrade UN* ограниченный набор данных. Как правило, это агрегированные данные по торговле с внешними партнёрами. При этом внутри ЕС значительная часть торговли исключается, чтобы избежать двойного учёта. В результате показатель «ЕС» может быть ниже суммы по государствам-членам.

водников и, возможно, – усилении координации внутри ЕС в контексте инициативы Европейского закона о чипах.

Среди стран ЕС также активным экспортёром полупроводников выступают Италия, чей экспорт в 2024 г. в области полупроводников составил 1,2 млрд долл., и Франция, чьи показатели экспорта в 2023 г. составили 1,1 млрд долл.

Среди других государств – членов ЕС также можно отметить ряд стран, которые в последние годы продемонстрировали относительно высокие показатели экспорта полупроводниковых приборов, среди них: Венгрия (749 млн долл.), Португалия (624 млн долл.), Чехия (468 млн долл.).

Таким образом отметим, что Германия выступает системообразующим экспортёром полупроводников в ЕС. Умеренно растущая тенденция совокупного экспорта ЕС указывает на усиливающуюся координацию между странами-членами и попытки повышения стратегической автономии в области микроэлектроники. Различия между странами указывают на структурную неоднородность ЕС в полупроводниковом секторе: от высоко развитых экспортных мощностей (Германия) до нишевых и вспомогательных участников цепочек поставок (Италия, Франция).

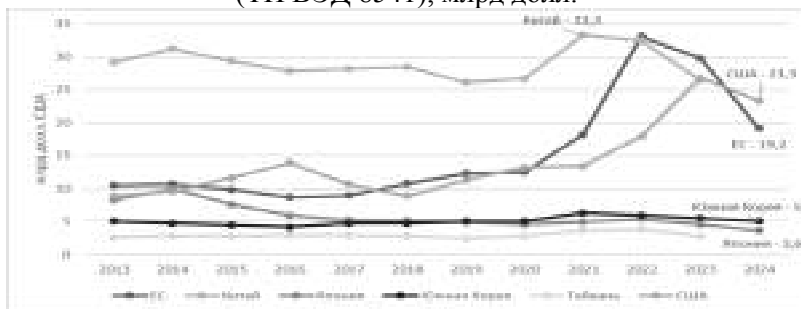
Рассмотрим ситуацию с импортом полупроводников в странах – глобальных лидерах отрасли.

На рисунке 8 представлена динамика импорта полупроводников и полупроводниковых компонентов в ведущие страны и регионы мира в период с 2013 по 2024 г. Данные отражают стоимостные показатели поставок, включая интегральные схемы, транзисторы, диоды и другие полупроводниковые устройства, используемые в электронике, телекоммуникациях и автомобилестроении.

Китай сохраняет лидирующую позицию на протяжении всего периода с порядка 29 млрд долл. в 2013 г. до пикового значения в 33,5 млрд в 2021 г.; несмотря на политико-экономические ограничения, объёмы остаются высокими, демонстрируя масштаб национального производства электроники и высокую зависимость от внешних поставок передовых микросхем.

Европейский союз показывает выраженный рост импорта после 2020 г., достигнув 32,9 млрд долл. в 2022 г., а затем снижа-

Динамика импорта полупроводниковых приборов (ТН ВЭД 8541), млрд долл.



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

ясь до 19,2 млрд в 2024 г. Показатели демонстрируют скачкообразный спрос в период дефицита в 2020–2021 гг. и последующую стабилизацию цепочек поставок.

США постепенно наращивают импорт, особенно в 2016–2022 гг., достигнув пика в 26,4 млрд долл. в 2023 г., с последующим умеренным снижением. Этот рост коррелирует с ускоренной цифровизацией и увеличением спроса на компоненты для ИИ и облачных вычислений. В июле 2025 г. США приняли План действий в области развития искусственного интеллекта⁴⁸, в котором отмечается, что для развития технологий ИИ США потребуется нарастить собственное производство передовых полупроводников.

Япония, Южная Корея и Тайвань характеризуются стабильными или умеренными колебаниями: Южная Корея удерживает значения на уровне 5–6 млрд долл., что объясняется значительной долей внутреннего производства. Япония показывает плавное снижение после 2013 г., с порядка 8,3 млрд до 3,6 млрд долл. в 2024 г.

Таким образом, отметим, что импорт полупроводников остаётся высоконцентрированным, при этом Китай, ЕС и США

⁴⁸ America's AI Action Plan // White House. July 2025. URL: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2025/07/Americas-AI-Action-Plan.pdf> (дата обращения 08.08.2025).

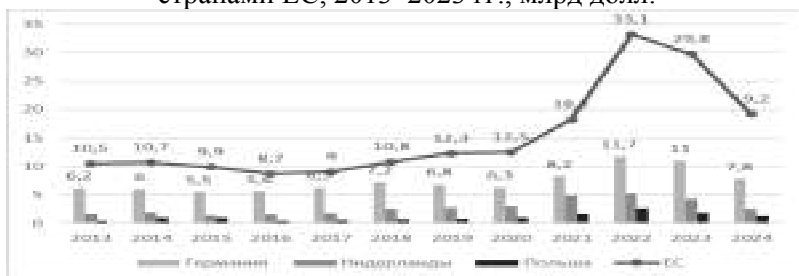
формируют три главных центра глобального спроса. Период 2021–2022 гг. характеризуется экстремальным ростом импорта во всех странах, что связано с глобальным дефицитом микросхем, вызванным пандемией ковида и нарушениями цепочек поставок. Нисходящая коррекция после 2023 г. может быть связана как с насыщением складов, так и с началом циклического спада в отрасли. Устойчивый спрос в Европе и США, несмотря на спады, сигнализирует о продолжающейся трансформации этих экономик в сторону высокотехнологичного производства, что требует активного импорта компонентов до формирования собственной производственной базы.

Рассматриваемый рисунок 8 показывает не только технологические потребности стран, но и отражает структуру глобальной зависимости от внешних поставок полупроводников, что усиливает актуальность политики технологического суверенитета и регионализации производственных цепочек. Ведущие экономики, включая ЕС, США и Китай, остаются критически зависимыми от импорта, несмотря на усилия по локализации производства и стремление к промышленной автономии.

ЕС с 2013 г. неуклонно наращивал импорт полупроводников – к 2022 г. импорт вырос на 68,4%. Отметим также, что в 2023 г. импорт превышал экспорт на 71%. Основным импортёром данной группы товаров выступает Германия – пик импорта за рассматриваемый период пришёлся на 2022–2023 гг. и составил порядка 11 млрд долл. (рис. 9).

Рисунок 9

Импорт полупроводниковых приборов (ТН ВЭД 8541)
странами ЕС, 2013–2023 гг., млрд долл.



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

На 2-м месте после Германии по импорту полупроводников располагаются Нидерланды – в 2022 г. они ввезли данную группу товаров на 5,2 млрд долл. Наиболее впечатляющие результаты роста импорта показала Польша – прирост на 80% к 2023 г. (до 1,9 млрд долл.).

Среди других стран ЕС в качестве активных импортёров полупроводников в 2023 г. стоит назвать Венгрию (1,7 млрд долл.), Португалию (1,4 млрд долл.) и Румынию (1,2 млрд долл.).

* * *

На основе проведённого анализа статистики по экспорту, импорту и производству полупроводников в разрезе стран, регионов и типов продукции за период 2013–2024 гг. можно сформулировать следующие выводы о состоянии и трансформации глобальной полупроводниковой отрасли.

Полупроводниковая отрасль отличается устойчивой тенденцией к росту с незначительными корректировками, связанными с макроэкономическими циклами (например, спад в 2019 г. и активный рост в 2021–2022 гг.). Рост объясняется не только расширением рынка потребительской электроники, но и быстрым внедрением чипов в различные дополнительные сегменты: автомобильная и энергетическая промышленность, медицина.

Отрасль концентрируется вокруг трёх технологических узлов. Китай – крупнейший потребитель, стремящийся к технологической самодостаточности. Страна импортирует рекордные объёмы оборудования, несмотря на санкции, и наращивает экспорт простых компонентов. АТР (Тайвань, Южная Корея) – ядро производственных мощностей, обеспечивающее выпуск передовых чипов, при этом остающееся зависимым от импорта оборудования и ЕС и Японии. США и ЕС – центры проектирования, производства оборудования и инициаторы новой волны индустриальной политики (Закон о чипах и науке США, Закон о чипах ЕС).

Импорт машин и аппаратов для литографии, травления⁴⁹ и

⁴⁹ Технология травления в производстве полупроводников относится к методу выборочного удаления материала физическими или химическими средствами для достижения заданных структурных рисунков. Подробнее см: Понимание технологии сухого травления в полупроводниковой промышленности. URL:

упаковки остаётся критически важным для стран с развивающейся микроэлектроникой. Монополия отдельных игроков (ASML, Нидерланды; *Lam Research*, США; *Tokyo Electron*, Япония) усиливает стратегическую уязвимость глобальных цепочек поставок. Это стало особенно очевидно на фоне экспорта оборудования из ЕС (рост в 3–4 раза), в то время как многие страны вынуждены его импортировать даже при наличии местного производства.

Внутри ЕС наблюдается неравномерное распределение экспортного потенциала. В то время как Нидерланды и Германия играют системообразующую роль, другие страны, такие как Италия и Франция, остаются на периферии. Общий экспортный рост ЕС после 2020 г. указывает на мобилизацию внутреннего потенциала и начало институционального поворота в сторону технологического суверенитета.

Глобальная полупроводниковая отрасль вступила в фазу формирования технологических стратегий и новой промышленной политики. Ведущие страны и блоки (США, ЕС, Китай, Южная Корея, Тайвань) рассматривают её не просто как экономическую отрасль, а как основу цифрового, военного и промышленного суверенитета. Отрасль становится зоной высокой конкуренции, ограниченного доверия и активного государственного вмешательства. В этих условиях устойчивое развитие требует не только инвестиций и инноваций, но и нового баланса между глобальной интеграцией и национальной защищённостью.

ГЛАВА 3. ЦЕПОЧКИ СОЗДАНИЯ СТОИМОСТИ В ОБЛАСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ – КОНКУРЕНЦИЯ И КООПЕРАЦИЯ

Полупроводниковая отрасль представляет собой один из наиболее комплексных и географически распределённых примеров глобальных цепочек создания стоимости (ГЦСС). Производство микросхем включает множество стадий – от научно-инженерной разработки архитектур и проектирования схем до производства

оборудования, литографии, сборки, тестирования и упаковки готовых изделий. Каждая из этих стадий технологически и институционально привязана к отдельным странам и регионам, формируя уникальную модель распределённой специализации.

В условиях нарастающей геополитической напряжённости и технологического соперничества ГЦСС в сфере полупроводников становятся одновременно ареной конкуренции и пространством кооперации. С одной стороны, ведущие государства стремятся локализовать наиболее ценные звенья цепочки и снизить стратегическую зависимость. С другой – высокий уровень капиталоёмкости и технологической взаимосвязанности отрасли делает полную автаркию практически невозможной, усиливая значимость транснациональных связей и совместных проектов.

Настоящая глава направлена на анализ двойственной природы глобальных полупроводниковых цепочек как объектов жёсткой международной конкуренции, так и критически важной инфраструктуры для устойчивой кооперации между странами и компаниями. Особое внимание уделяется институциональным сдвигам, связанным с политикой «дружественной локализации» производств, экспортным контролем, межстрановыми альянсами, а также роли крупных транснациональных корпораций в архитектуре современных технологических цепочек.

На первых этапах развития основными потребителями чипов были компании в области ВПК и космической сфере США⁵⁰. Однако постепенно рос спрос на полупроводники сре-

⁵⁰ Полупроводниковый чип был впервые произведён из транзистора в конце 1940-х гг. в США в исследовательской лаборатории компании *American Telephone and Telegraph (AT&T)* командой учёных, которые в 1956 г. получили Нобелевскую премию по физике (подробнее см.: Chad P. Bown and Dan Wang Semiconductors and Modern Industrial Policy // *Journal of Economic Perspectives*. 2024. Vol. 38, №4. P. 81–110). Идея заключалась в том, чтобы расположить как можно больше транзисторов на одном чипе, что привело к выработке технологии производства кремниевых пластин. В 1965 г. Гордон Мур (основатель компании *Intel*) спрогнозировал, что каждые два года количество чипов на одной пластине будет удваиваться. Этот принцип получил название Закон Мура и действует до сих пор (подробнее см.: Roser M., Ritchie H., Mathieu E. What is Moore's Law? // *Our World in Data*. 28.03.2023. URL: <https://ourworldindata.org/moores-law> (дата обращения 14.04.2025)).

ди частных компаний. Полупроводники стали обязательным компонентом для всей продукции микроэлектроники.

В 1970-е гг. США доминировали на мировом рынке производства чипов. Возникали компании, которые производили полупроводники только для своих нужд, например *AT&T* и *IBM*, в то время как компании *Texas Instruments*, *National Semiconductors*, *Motorola*, *Intel* производили чипы для продажи другим компаниям.

В 1970–80-е гг. стали появляться японские компании, которые поставили под угрозу лидерство США. В 1990-х гг. *Toshiba* вышла на 2-е место после *Intel* по выручке (табл. 3).

Таблица 3

Компании-лидеры отрасли по выручке от продаж,
1980–2020-е гг.

Место	1980	1990	2000	2010	2020
1	<i>Texas Instruments</i> (США)	<i>NEC</i> (Япония)	<i>Intel</i> (США)	<i>Intel</i> (США)	<i>Intel</i> (США)
2	<i>National Semiconductor</i> (США)	<i>Toshiba</i> (Япония)	<i>Samsung</i> (Южная Корея)	<i>Samsung</i> (Южная Корея)	<i>Samsung</i> (Южная Корея)
3	<i>Motorola</i> (США)	<i>Intel</i> (США)	<i>NEC</i> (Япония)	<i>TSMC</i> (Тайвань)	<i>TSMC</i> (Тайвань)
4	<i>Philips</i> (ЕС)	<i>Hitachi</i> (Япония)	<i>Texas Instruments</i> (США)	<i>Texas Instruments</i> (США)	<i>SK Hynix</i> (Южная Корея)
5	<i>Intel</i> (США)	<i>Motorola</i> (США)	<i>Toshiba</i> (Япония)	<i>Toshiba</i> (Япония)	<i>Toshiba</i> (Япония)
6	<i>NEC</i> (Япония)	<i>Texas Instruments</i> (США)	<i>STMicro</i> (ЕС)	<i>Renesas</i> (Япония)	<i>Qualcomm</i> (без завода)
7	<i>Fairchild Semiconductor</i> (США)	<i>Fujitsu</i> (Япония)	<i>Motorola</i> (США)	<i>SK Hynix</i> (Южная Корея)	<i>Broadcom</i> (без завода)
8	<i>Hitachi</i> (Япония)	<i>Mitsubishi</i> (Япония)	<i>Micron</i> (США)	<i>STMicro</i> (ЕС)	<i>Nvidia</i> (без завода)
9	<i>Toshiba</i> (Япония)	<i>National Semiconductor</i> (США)	<i>Hyundai</i> (Южная Корея)	<i>Micron</i> (США)	<i>Texas Instruments</i> (США)
10	<i>Mostek</i> (США)	<i>Philips</i> (ЕС)	<i>Hitachi</i> (Japan)	<i>Qualcomm</i> (без завода)	<i>Apple</i> (без завода, только для своей продукции)

Источник: Chad P. Bown and Dan Wang *Semiconductors and Modern Industrial Policy* // *Journal of Economic Perspectives*. 2024. Vol. 38, №4. P. 81–110.

Появление компаний без заводов означало, что в одном месте происходил процесс разработки и проектирования полупроводника, а в другом (другой стране) – его непосредственное производство. Данный принцип географического разделения проектирования и производства зародился в 1980-е гг. и сегодня именно он определяет структуру цепочек создания стоимости. При росте необходимых капитальных вложений в строительство заводов азиатские производства начали выигрывать ценовую конкуренцию в части производимой продукции за счёт выпуска бóльших объёмов⁵¹. Иными словами, заводы на Тайване и в Южной Корее стали более рентабельными. Рост объёмов производств привёл и к технологическому росту – количество постепенно перешло в качество. Также важную роль сыграла географическая близость стран с низкоквалифицированной рабочей силой, где размещались финальные этапы производства – сборка, тестирование и упаковка готовой к выпуску продукции. В этих же странах начали развиваться заводы по производству продукции конечного спроса, в которой активно использовались полупроводники.

В ответ на усиливающееся экономическое влияние азиатских стран США перешли к политике ужесточения импортно-тарифного регулирования. Идеи президента Дональда Трампа о повышении ввозных тарифов на чипы до 100% для компаний, которые не инвестируют в развитие отрасли в США, в итоге могут подтолкнуть их к переносу производств в Америку⁵². При этом Ассоциация индустрии полупроводников считает практику повышения импортных тарифов контрпродуктивной для развития отрасли в США⁵³.

Однако история отрасли знала и развитие кооперации – в 2000-е гг. был предпринят ряд политических шагов по облегче-

⁵¹ Lee H.Y. The Japan – U.S. and Korea – U.S. Semiconductor Trade Dispute // Far Eastern Studies. 2004. Vol. 3. P. 25–35.

⁵² Trump plans 100% tariffs on chips but spares companies «building in US» // The Guardian. 07.08.2025. URL: <https://www.theguardian.com/us-news/2025/aug/06/trump-tariffs-chips-semiconductors> (дата обращения 08.08.2025).

⁵³ SIA. URL: <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2025/02/Tariffs-on-Chip-Imports-Would-Harm-U.S.-Manufacturing-One-Pager.pdf> (дата обращения 08.08.2025).

нию торговли и усилению глобализации отрасли. Страны – крупнейшие производители полупроводников заключили международные соглашения по снижению импортных тарифов на полупроводники и оборудование по производству чипов. В 1999 г. был создан Международный совет по полупроводникам, который в числе прочего придерживался принципа открытых рынков, сохранности прав интеллектуальной собственности и т.п.⁵⁴

1995 г. – Соглашение о торговых аспектах прав интеллектуальной собственности⁵⁵ стало частью соглашений о Всемирной торговой организации (ВТО). Усиление механизмов защиты авторских прав на патенты сделало возможным реализацию модели производства полупроводников без собственных заводов. Фирмы стали передавать лицензии на производство полупроводников по своим технологиям, не опасаясь утратить право интеллектуальной собственности.

1997 г. – Соглашение об информационных технологиях, которое снизило до нуля импортные тарифы на широкий спектр полупроводников, пока Китай не вступил в ВТО. До этого момента Китай не был связан обязательствами по Соглашению и сохранял тарифную защиту ряда технологических отраслей, включая производство полупроводников. Лишь после вступления в ВТО Китай присоединился к нему и начал поэтапно снижать тарифы в соответствии с его условиями.

Создание модели заводов без производства усилило необходимость международной кооперации и формирования цепочек создания стоимости. Многие компании в Силиконовой долине предпочли сосредоточиться на проектировании полупроводников и разработке новых моделей, а производство передать в азиатские страны, в частности компании *TSMC*. Именно Тайвань производит сегодня порядка 50% мирового объема передовых полупроводников по технологии 7 нанометров (нм). Южно-

⁵⁴ New World Semiconductor Council // WSC. 1999. URL: <https://www.semiconductorcouncil.org/wp-content/uploads/2016/04/New-Multilateral-Agreement-June-1999.pdf> (дата обращения 08.08.2025).

⁵⁵ Соглашение является одним из ключевых международных документов в области регулирования прав интеллектуальной собственности. Оно было принято в 1994 г. в рамках создания ВТО как часть пакета соглашений Уругвайского раунда Генерального соглашения по тарифам и торговле.

корейская компания *Samsung* выпускает 10% мирового объёма таких полупроводников. Однако она смогла обогнать Тайвань в производстве чипов для смартфонов в 4–5 нм, захватив в 2022 г. 60% этого рынка.

Кооперация – одна из основ развития полупроводниковых технологий, поскольку одна страна не способна сегодня произвести необходимое количество продукции без использования цепочек добавленной стоимости. Производство в рамках одной страны потребует колоссальных затрат и технологических инноваций. Также цепочки стоимости поддерживают трансфер знаний и технологий. Помимо проектирования и самого производства в производственной цепочке присутствует также этап тестирования, сборки и упаковки (табл. 4).

Таблица 4

Этапы производственного процесса по выпуску полупроводников с учётом специализации отдельных стран

Предварительный этап		
Выпуск оборудования для производства полупроводников: <i>ASML</i> (Нидерланды), <i>Tokyo Electron</i> (Япония)	Создание программного обеспечения для производства интегральных схем: <i>Siemens EDA</i> , (Германия)	Обеспечение прав интеллектуальной собственности для разработчиков ПО: <i>Arm</i> (Великобритания/ Япония)
Проектирование и производство		
Интегрированные производства – создают чипы для собственных производственных нужд: <i>Intel</i> (США), <i>Micron</i> (США), <i>Texas Instruments</i> (США), <i>Samsung</i> (Южная Корея), <i>SK Hynix</i> (Южная Корея)	Проектирование полупроводников (без производства): <i>Nvidia</i> (США), <i>Apple</i> (США), <i>MediaTek</i> (Тайвань), <i>Novatek</i> (Тайвань)	Заводы по производству полупроводников (без проектирования): <i>Global Foundries</i> (США), <i>TSMC</i> и <i>UMC</i> (Тайвань), <i>SMIC</i> (Китай)
Сборка, тестирование и упаковка		
Нарезка пластин на чипы для дальнейшего использования: <i>Amkor</i> (США), <i>ASE</i> (Тайвань), <i>JCET</i> (Китай), <i>UTAC</i> (Сингапур)		

Источник: Chad P. Bown and Dan Wang Semiconductors and Modern Industrial Policy // *Journal of Economic Perspectives*. 2024. Vol. 38, №4. P. 81–110.

Последний этап требует много дешёвой рабочей силы, поэтому обычно эти производства размещаются в странах с доступной рабочей силой более низкой квалификации. Как пока-

зано в таблице 4, такие компании по тестированию и сборке расположены на Тайване, в Китае и Сингапуре. Отметим, что этап сборки и тестирования был впервые перенесён в другую страну и стал первым звеном формирующейся цепочки создания стоимости.

Интересен пример Нидерландов, чья компания *ASML* производит уникальное оборудование для производства полупроводников методом экстремальной ультрафиолетовой литографии. При этом производство оборудования для микрочипов в стране построено на сложнейших цепочках поставок комплектующих.

Быстрый темп развития в области научных исследований и разработок делает практически невозможных вхождение новых игроков в область создания машин и оборудования для производства полупроводников. Тем не менее Китай всё же стремится к большей самостоятельности в обеспечении себя оборудованием. К этому его подталкивают экспортные ограничения со стороны США.

Производство химических элементов (кремний, германий, арсенид галлия и т.п.)⁵⁶ – также важный этап в цепочке создания стоимости. Лидерами в этой области являются компании США, Японии и ЕС. Однако существуют сложности, связанные с тем, что многие ключевые ресурсы (редкоземельные металлы, галлий и другие критические минералы) преимущественно в Китае. При этом процессы переработки старых чипов для повторного использования материалов пока не достигли должного уровня рентабельности. Полупроводник состоит из различных компонентов, каждый из которых требует своего подхода к повторной переработке. В этой связи полупроводники, подходящие для переработки, могут появиться только тогда, когда эта возможность будет заложена в них на этапе проектирования⁵⁷.

Разные регионы мира демонстрируют технологическое пре-

⁵⁶ Не кремнием единым: из каких материалов сегодня изготавливают полупроводники // Национальная ассоциация нефтегазового сервиса. 06.08.2022. URL: <https://nangs.org/news/it/ne-kremniem-edinyim-iz-kakikh-materialov-segodnya-izgotavlivayut-poluprovodniki> (дата обращения 08.08.2025).

⁵⁷ Science fact vs. fiction: can we recycle semiconductors? // CAS. 08.03.2024. URL: <https://www.cas.org/resources/cas-insights/science-fact-fiction-can-we-really-recycle-semiconductors> (дата обращения 08.08.2025).

имущество на различных этапах цепочки создания стоимости в полупроводниковой отрасли. Так, в сфере проектирования полупроводников лидируют компании, базирующиеся в США. Оборудование для производства полупроводников разрабатывается преимущественно в США, странах Евросоюза и Японии. В области полупроводниковых материалов доминируют производители из Китая, Японии, Тайваня и Южной Кореи. Передовое производство чипов с техпроцессом менее 10 нм сосредоточено в Южной Корее и на Тайване. Завершающие этапы – тестирование, сборка и упаковка – преимущественно осуществляются в Китае и на Тайване.

Китай, несмотря на масштабную поддержку отрасли микроэлектроники и производства чипов, не обладает ни одной компанией – лидером хотя бы в одном из производственных процессов. Однако китайские компании конкурентоспособны в тестировании, сборке и упаковке полупроводников. Также они играют определённую роль в производстве микросхем памяти и проектировании логических микросхем. Тем не менее в производстве логических полупроводников Китай отстаёт в области технологий по сравнению с тайваньскими компаниями.

Причин, по которым Китай не может занять лидирующие позиции в отрасли, несколько. Во-первых, старт был дан только в 1990-е гг., когда США, Япония, Южная Корея, Тайвань уже несколько десятилетий развивали индустрию. В настоящий момент догнать современный уровень технологического развития уже не представляется возможным при сохранении всех прочих условий. Во-вторых, на первых этапах в Китае не хватало квалифицированной рабочей силы. Наконец, США начали активно противодействовать Китаю в его движении к лидерству в отрасли с 2015 г.

Развитие регионализации и конкуренции

В результате развития актуальных процессов в глобальной экономике усиливаются процессы регионализации, вводятся новые ограничения внешнеэкономическую деятельность, что усиливает формирование цепочек добавленной стоимости. Усиление фрагментации стимулирует государства проводить более активную промышленную политику, развивать собственное про-

изводство. Это связано в том числе с конкуренцией за лидерство в секторе производства микроэлектроники и, в частности, полупроводников.

США, будучи источником самого процесса развития полупроводниковых технологий, на данном этапе не могут претендовать на лидерские позиции в области производства, что вызывает серьёзные опасения у правящих элит страны. На США приходится 12% производственных мощностей мира, но местные компании не производят передовые микросхемы в больших масштабах⁵⁸. С другой стороны, многие этапы процесса производства полупроводников опираются на технологии, разработанные в США, включая оборудование, необходимое для производства самых передовых микросхем. Компании в США специализируются в основном на проектировании, которое, в свою очередь, зависит от специфического программного обеспечения. Среди передовых разработчиков – американские компании *Synopsy* и *Mentor*.

Всё же в последнее время растёт беспокойство среди американских элит, которые называют зависимость от азиатского рынка микроэлектроники прямым вызовом безопасности Соединённых Штатов. Большие опасения и целая серия рисков связываются с политикой Китая как в отношении его стремления к технологическому лидерству, так и контроля над Тайванем.

Китай, помимо роли крупного производителя полупроводников предыдущих поколений и ключевой площадки для сборочных мощностей, демонстрирует заметный прогресс и в сфере проектирования. На его территории сосредоточено около 28% мирового числа разработчиков и инженеров⁵⁹, а государственная политика направлена на стимулирование развития национальных компаний. В настоящее время в стране действует порядка 3 000 профильных предприятий. В этих условиях трудно

⁵⁸ Annual Report on the U.S. Manufacturing Economy: 2024 // NIST Advanced Manufacturing Series. October 2024. URL: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ams/NIST.AMS.600-16.pdf> (дата обращения 08.08.2025).

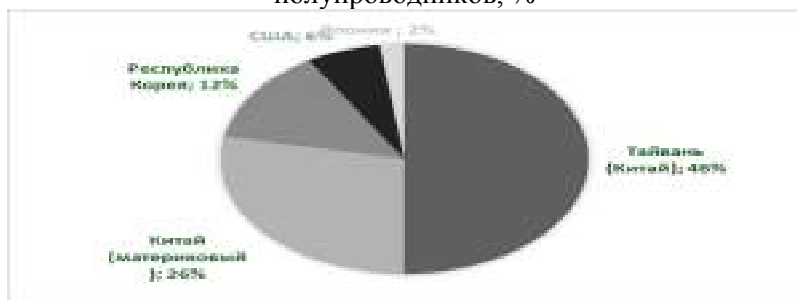
⁵⁹ Emerging resilience in the semiconductor supply chain // SIA Report. May 2024. URL: <https://www.semiconductors.org/emerging-resilience-in-the-semiconductor-supply-chain/> (дата обращения 10.05.2025).

ожидать, что технологическое лидерство США в области проектирования сохранится в долгосрочной перспективе безоговорочно.

Тайвань и отчасти Южная Корея с учётом роста мирового спроса на сложные передовые чипы стали местом расположения критически важной инфраструктуры. К 2023 г. производители на Тайване и в Южной Корее освоили передовые технологии производства микросхем и занимают около 50% мирового рынка полупроводников. Тайвань обладает 46% мировых производственных мощностей в области полупроводников (рис. 10). Именно эти страны стали «глобальными фабриками» по производству продукции микроэлектроники. При этом правительства этих стран готовы к сотрудничеству и диалогу с США, понимая всю степень политической и военной зависимости от сильного партнёра.

Рисунок 10

Доли производственных мощностей в мире по производству полупроводников, %



Источник: Trend Force. 14.12.2023. URL: <https://www.trendforce.com/press-center/news/20231214-11959.html> (дата обращения 18.08.2025).

При усилении геополитических рисков для Тайваня или при усилении фрагментации без замены поставщиков комплектующих и химических элементов весь мир в технологическом плане может откатиться на 10–20 лет назад. Географическая концентрация наиболее передовых производств в Юго-Восточной Азии, а именно на Тайване (92%) и в Южной Корее (8%) формирует серьёзные риски устойчивости производственных цепочек. Среди основных рисков для региона называют погодные катаклизмы, землетрясения, пандемии, риски геополитической

конфронтации с Китаем или КНДР.

Примером кризиса в отрасли полупроводников стал 2021 г., когда США⁶⁰ и Германия⁶¹ столкнулись с проблемами в поставках полупроводников, которые были необходимы для ключевых отраслей автомобильной промышленности. Этот кризис был связан в первую очередь с пандемией ковида.

2020–2021 гг. стали кризисными для цепочек создания стоимости в отрасли полупроводников, что заставило ведущие страны задуматься о необходимости обеспечения безопасности и стабильности поставок вне зависимости от возможных кризисов. Пандемия ковида привела к значительным отсрочкам поставок, снижению производительности и т.п. В особенности это коснулось отрасли полупроводников, т.к. чипы не являются конечным продуктом – их экспортируют для дальнейшего использования в производстве электронных приборов. Кризис 2021 г. показал правительствам, насколько опасно полагаться на ГЦСС. В этой связи также встал вопрос о рисках, связанных с политикой ведущих международных акторов. В частности, урон цепочкам стоимости наносят тарифные барьеры, которые вводят страны для защиты внутреннего рынка. Наиболее яркий пример – повышение тарифов со стороны США в отношении Китая⁶².

Обладая правом интеллектуальной собственности на передовые «узловые» технологии, США фактически получают возможность управлять глобальными технологическими и экономиче-

⁶⁰ A Global Semiconductor Shortage // Council on Foreign Relations. 14.03.2023. URL: <https://education.cfr.org/learn/reading/global-semiconductor-shortage> (дата обращения 18.08.2025).

⁶¹ См подробнее: Semiconductor demand in the automotive industry will triple by 2030 – EU Chips Act must promote automotive-related chips // German Association of the Automotive Industry (VDA). 26.01.2023. URL: https://www.vda.de/en/press/s/press-releases/2023/230127_PM_Study_By-2026--there-is-a-risk-of-20-percent-fewer-vehicles-produced-worldwide-due-to-a-shortage-of-semiconductors (дата обращения 18.08.2025); The lack of semiconductors as a challenge for the German automotive industry: consequences, solutions and investments // Karlobag.eu. 2024. URL: <https://karlobag.eu/en/economy/the-lack-of-semiconductors-as-a-challenge-for-the-german-automotive-industry-consequences-solutions-and-investments-vu68a> (дата обращения 18.08.2025).

⁶² Baldwin R., Freeman R. Risks and Global Supply Chains: What We Know and What We Need to Know // Annual Review of Economics. 2022. Vol. 14. P. 153–180. DOI: 10.1146/annurev-economics-051420-113737

скими процессами, ограничивая закрывая доступ к критически важным решениям, в т.ч. через санкционные механизмы. Показательным примером стала ситуация с компанией *ASML*: Вашингтон пригрозил применить меры экспортного контроля к её американской «дочке» *Syner*, производящей ключевые компоненты для литографических установок, что заставило Нидерланды ограничить экспорт этого оборудования в Китай. *Syner*, выпускающая источники света для литографических систем (в т.ч. *EUV* и *DUV*), подпадает под действие американского экспортного режима, что позволяет США воздействовать на внешнеторговую политику *ASML*, даже несмотря на то, что сама компания базируется в Нидерландах. В 2023 г. США расширили действие своих правил на оборудование с точностью позиционирования до 1,5 нм, что фактически заблокировало поставки наиболее совершенных литографических систем в Китай⁶³. Под этим давлением Нидерланды ввели собственный режим экспортного лицензирования, распространив его на ряд литографических установок, предназначенных для китайских клиентов. Кроме того, с сентября 2024 г. *ASML* обязана получать разрешение не только на экспорт оборудования, но и на его последующее обслуживание в КНР, включая поставку запасных частей и обновление программного обеспечения, что существенно усиливает контроль над доступом Китая к технологиям⁶⁴.

Эти ограничения существенно затрудняют доступ Китая к передовым технологиям производства микросхем. Китайские компании, такие как *SMIC*, сталкиваются с дефицитом оборудования и компонентов, что замедляет развитие китайской полупроводниковой отрасли. В ответ Китай инвестирует в развитие собственных технологий. Для *ASML* и других производителей оборудования, в свою очередь, эти ограничения означают потерю значительной части рынка. По оценкам, в 2025 г. продажи *ASML* в Китае могут составить около 20% от общего объёма, что

⁶³ All in: US places a big bet with October 17 controls // Rhodium Group. 06.11.2023. URL: <https://rhg.com/research/all-in> (дата обращения 14.04.2025).

⁶⁴ ASML needs license to service some equipment in China, Dutch government says // Reuters. 10.09.2024. URL: <https://www.reuters.com/technology/asml-needs-licence-service-some-equipment-china-dutch-government-says-2024-09-10> (дата обращения 14.04.2025).

ниже предыдущих показателей. Пример с *ASML* и *Сутер* показывает, как США используют экстерриториальные меры контроля для ограничения доступа Китая к передовым технологиям.

Таким образом, новая промышленная политика США (политика переноса производств в свою юрисдикцию) в области полупроводниковой индустрии строится скорее на конкуренции, чем кооперации. Посредством серии мер давления на Тайвань началось строительство производств с США. Одновременно Тайваню запрещают развивать отношения с компаниями в Китае и инвестировать в производства на этих территориях.

В перспективе США видит себя в качестве автономного производителя передовых полупроводников и лидера индустрии, обладающего стратегической автономией. Этот статус позволит США вводить ограничения или включать поощрения для отдельных компаний в зависимости от их текущей повестки и своих интересов. Типичный пример из последней практики – угрозы со стороны Д. Трампа в отношении компании *Apple* с целью увести производства из Индии⁶⁵.

23 мая 2025 г. президент США Д. Трамп заявил о намерении ввести 25%-ный тариф на продукцию *Apple*, включая *iPhone*, если компания не перенесёт производство в Соединённые Штаты. Это заявление стало реакцией на планы *Apple* увеличить выпуск устройств в Индии, стремясь снизить зависимость от китайских производственных мощностей. Трамп подчеркнул, что *iPhone*, продаваемые на американском рынке, должны производиться в США, иначе компания столкнётся с новыми пошлинами. Эксперты отмечают, что перенос производства в США может привести к значительному росту стоимости устройств, потенциально до 3500 долл. за единицу, учитывая высокие затраты на организацию производства и логистику⁶⁶. *Apple* уже инвестировала значительные средства в расширение производства в Индии, где

⁶⁵ Trump says he has a «little problem» with Tim Cook over Apple's India production // The Guardian. 15.05.2025. URL: <https://www.theguardian.com/technology/2025/may/15/trump-little-problem-tim-cook-apple-india-production-iphones> (дата обращения 18.08.2025).

⁶⁶ Apple is unlikely to escape tariffs this time. Trump is doubling down // Barron's. 23.05.2025. URL: <https://www.barrons.com/articles/apple-stock-price-trump-tariffs-iphones-059710eb> (дата обращения 14.04.2025).

планируется производить до 65% *iPhone* для американского рынка к концу 2025 г. Однако новые тарифные угрозы могут вынудить компанию пересмотреть свои планы и оценить экономическую целесообразность переноса производства в США⁶⁷.

Таким образом, США задали общую тенденцию на автономизацию производств полупроводников, которую также подхватил ЕС. Страны – члены ЕС занимают ведущие и иногда монопольные позиции в производстве отдельных видов чипов. Также в ряде стран ЕС расположены заводы по созданию оборудования по производству полупроводников, химических элементов, пластин и т.п. Полупроводниковые компоненты являются неотъемлемым элементом современных технологических решений в автомобильной отрасли, включая системы автономного вождения, электронное управление двигателем, безопасность и коммуникационные модули. Учитывая, что автомобилестроение составляет один из крупнейших секторов промышленности Евросоюза, устойчивое развитие этой отрасли напрямую зависит от стабильности поставок полупроводников и доступа к передовым чипам⁶⁸.

Специализация ЕС в области производства в целом включает следующие направления: проектирование – 10% мирового рынка; автоматизация проектирования электронных устройств – 25%; оборудование – 18%; материалы – 6%; изготовление пластин – 8%; сборка – тестирование – упаковка – 3%⁶⁹. В области проектирования полупроводников страны – члены ЕС занимают 21% мирового рынка, но при этом в Евросоюзе живёт только 4% проектировщиков и инженеров. Отметим, что большой кадровый потенциал в этой области есть, помимо Китая и

⁶⁷ Trump threatens to hit Apple with 25% tariff on iPhones made outside U.S. // CBS News. 23.05.2025. URL: <https://www.cbsnews.com/news/trump-apple-25-tariff-iphones/> (дата обращения 14.04.2025).

⁶⁸ Statement for the first high-level meeting on ‘boosting data- driven innovation and digitalisation, based on forward-looking technologies such as AI and autonomous driving // Position paper. European Semiconductor Industry Association. Brussels. 19.02.2025. URL: https://www.eusemiconductors.eu/sites/default/files/2025.02.19_ESIA-Statement%201st%20Highlevel%20meeting.pdf (дата обращения 04.10.2025).

⁶⁹ Emerging resilience in the semiconductor supply chain // SIA Report. May 2024. URL: <https://www.semiconductors.org/emerging-resilience-in-the-semiconductor-supply-chain/> (дата обращения 14.04.2025).

США, у Индии. В отрасли микроэлектроники отдельные государства – члены ЕС имеют более узкую специализацию.

Так, результаты анализа статистических данных внешней торговли в главе 1 показали, что основная специализация Нидерландов в области полупроводниковой промышленности заключается в производстве машин и оборудования для создания чипов. В отношении создания оборудования для литографии одна европейская компания удерживает 89% мирового рынка – нидерландская *ASML*⁷⁰ (компания предоставляет производителям микросхем оборудование, программное обеспечение и услуги для массового производства шаблонов микрочипов).

До недавнего времени глобальное разделение труда между странами в производственной цепочке по созданию полупроводников давало позитивные результаты. Чипы проектировались в одних странах с более высоким уровнем человеческого капитала, а само производство располагалось в других – с более дешёвой рабочей силой. Однако необходимость внедрять новые технологии и разрабатывать полупроводники нового поколения (от 7 нм) выявила всю слабость существующей модели. Для их разработки критически важно тесное взаимодействие между разработчиками и производителями.

Пандемия ковида и разворачивающиеся региональные политические кризисы показали, насколько опасна концентрация производств чипов в одном регионе для обеспечения стабильности и безопасности цепочек поставок. Также большие опасения у стран Запада вызывает концентрация производств, связанных с полупроводниками в Китае.

В настоящий момент сложно оценить, насколько Китай проигрывает от введения ограничений на экспорт высокотехнологичного оборудования. Если в мире спрос на полупроводники предыдущих поколений, которые используются для производства автомобилей, бытовой техники, будет выше, чем на чипы новых поколений, то Китай в итоге может оказаться в выигрыше за счёт объёмов производства⁷¹.

⁷⁰ Общий чистый объём продаж за I квартал составил 7,7 млрд евро, валовая прибыль – 54%, чистая прибыль – 2,4 млрд евро.

⁷¹ Wang D. Biden is beating China on chips. It may not be enough // New York Ti-

Сегодня в ситуации выбора между свободной торговлей и движением технологий через границы и безопасностью, большинство стран выбирают экономическую безопасность и всё больше склоняются к развитию собственных производств.

Пандемия ковида смогла оказать негативный эффект на стабильность цепочек создания стоимости, поскольку современное производство всё больше склонялось к модели производства по требованию, основанной на чётком прогнозировании возможного спроса⁷². По мере того как транспорт и логистика развивались, компании стали выбирать более выгодные места для размещения производств с точки зрения затрат. Однако именно эта модель показала свою неэффективность в случае глобальных кризисов, которым стала пандемия ковида. Не менее серьёзные риски для стабильности цепочек создания стоимости несёт современная политика Китая в отношении Тайваня, а также военная стратегия развития КНДР.

В силу того, что чипы вовремя не поступили на производство в 2020–2021 гг., потребители стали ощущать нехватку целого перечня повседневных продуктов, в том числе медицинских. Глобальные цепочки создания и поставок полупроводников оказались очень чувствительны к кризисным явлениям. Связано это с тем, что для производства самих чипов также требуются поставки материалов, кремниевых пластин, химических элементов, оборудования. Нарушение в одном из звеньев цепочки ведёт за собой нарушение по всей цепи⁷³.

Таким образом, глобальные и региональные вызовы побуждают страны-лидеры к разработке специальных механизмов поддержки и развития национальных производственных возможностей. К тому же стоит учитывать стремление новых акторов занять важные позиции в глобальном производстве в сфере мик-

mes. 16.07.2023. URL: <https://www.nytimes.com/2023/07/16/opinion/biden-china-ai-chips-trade.html> (дата обращения 15.04.2025).

⁷² Sunkung Ch. Supply chain risks in EU-South Korea relations: semiconductor industries // Istituto Affari Internazionali (IAI). 2024. URL: <https://www.iai.it/sites/default/files/iaip2422.pdf> (дата обращения 10.10.2025).

⁷³ Frieske B., Stieler S. The «Semiconductor crisis» as a result of the COVID-19 pandemic and impacts on the automotive industry and its supply chains // World Electric Vehicle Journal. 2022. Vol. 13, №10. Article 189. DOI: 10.3390/wevj13100189

роэлектроники. В дополнение к уже имеющемуся списку стран-лидеров важную роль в производстве полупроводников могут играть такие страны, как Вьетнам, Малайзия, Сингапур, Индия. Эти страны получают инвестиции от ведущих компаний, и в первую очередь интересы на этапе сборки и тестирования в силу наличия более дешёвой рабочей силы. США стремятся к развитию сотрудничества с такими странами, т.к. на своей территории располагать производства по тестированию и упаковке для Соединённых Штатов слишком дорого. Более того, в рамках государственной поддержки в США выделено отдельное финансирование на создание таких производств за пределами США. Госдепартамент США создал Международный фонд технологической безопасности и инноваций⁷⁴, нацеленный на расширение международных мощностей по сборке, тестированию и упаковке полупроводников в других странах⁷⁵.

Не менее важная тема, чем само производство полупроводников, – наличие достаточного количества специалистов для отрасли. В частности, ожидается, что США могут столкнуться с нехваткой рабочей силы в области полупроводников уже в ближайшее время. В этой связи дополнительные государственные средства выделяются на образование, а также привлечение иностранных специалистов. В основном источниками такой рабочей силы могут стать Китай и Индия. Специальную политику в области привлечения рабочей силы проводит Германия – Закон о трудовой иммиграции квалифицированных специалистов облегчает получение виз для высококвалифицированных специалистов. Закон вступил в силу в 2024 г. и представляет собой комплексную реформу, направленную на упрощение и расширение возможностей для привлечения квалифицированных работников из стран, не входящих в Евросоюз⁷⁶. Целью закона яв-

⁷⁴ Англ. *The International Technology Security and Innovation Fund, ITSI*.

⁷⁵ The U.S. Department of State International Technology Security and Innovation Fund // US Department of State. URL: <https://www.state.gov/the-u-s-department-of-state-international-technology-security-and-innovation-fund> (дата обращения: 19.08.2025).

⁷⁶ Белов В.Б. Состояние и перспективы иммиграции квалифицированной рабочей силы в Германии // Научно-аналитический вестник ИЕ РАН. 2023. №5 (35). С. 75.

ляется устранение дефицита рабочей силы в ключевых отраслях экономики, таких как информационные технологии, здравоохранение и инженерия, а также повышение конкурентоспособности Германии на глобальном рынке труда.

* * *

Региональная концентрация производства и спроса показывает следующие тенденции. Азиатско-Тихоокеанский регион (Китай, Тайвань, Южная Корея) сохраняет доминирующее положение как в производстве, так и в экспорте/импорте полупроводников. Китай лидирует по объёмам импорта оборудования и экспорта полупроводников, несмотря на технологические ограничения, накладываемые со стороны США, что указывает на высокий уровень интеграции в глобальные цепочки. Тайвань и Южная Корея выступают как системные производственные хабы с устойчивым спросом на оборудование и значительным экспортом готовых чипов.

На современном этапе развития формируется глобальная зависимость от критического оборудования. Япония и Нидерланды и Германия играют решающую роль в мировой торговле оборудованием для производства полупроводников, в частности, в области литографии, травления, метрологии (измерения).

Усиление стратегического значения полупроводниковых технологий в мировой экономике и политике трансформирует их в ключевой геоэкономический ресурс, сопоставимый по масштабу влияния с энергоресурсами и редкоземельными металлами. Данное обстоятельство приводит к формированию новых центров силы и линий напряжённости в международных отношениях, а также стимулирует государства к выработке специализированных мер промышленной политики и механизмов технологического суверенитета. Национальные инициативы последних лет, которых пойдёт речь дальше: Закон о чипах, принятые в США, Южной Корее, Европейской союзе, стратегические планы Китая, формируют новый виток государственной интервенции в глобальные цепочки создания стоимости в области полупроводников.

Торговые и инвестиционные барьеры приводят к дифференциации доступа к технологиям: странам «ядра» (G7, Тайвань,

Южная Корея) доступны передовые техпроцессы, остальные участники процесса имеют лишь ограниченный доступ к передовым разработкам. Усугубляется зависимость развивающихся стран от импорта оборудования и компонентов – они встраиваются в низкомаржинальные участки цепочек (сборка, тестирование, упаковка).

В итоге на современном этапе развития отрасли полупроводников сложившиеся цепочки создания стоимости показывают свою уязвимость перед лицом целого ряда вызовов как природного, так и политического характера. Также угрозу стабильности ГЦСС несёт нарастающая конкуренция между странами.

ГЛАВА 4. КОНКУРЕНЦИЯ МЕЖДУ США И КИТАЕМ В ОБЛАСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

В последние годы полупроводниковая отрасль превратилась в центральное поле соперничества между США и Китаем, охватывающее не только экономические интересы, но и фундаментальные аспекты национальной безопасности, технологического суверенитета и глобального лидерства. В условиях четвёртой промышленной революции, где микросхемы становятся «новой нефтью» цифровой эпохи, доступ к передовым чипам и инфраструктуре их производства определяет возможности государств в сферах обороны, искусственного интеллекта, телекоммуникаций и критически важной промышленности.

С начала 2018 г. противоречия между Китаем и США из плоскости торговых дисбалансов постепенно перерастали в структурный конфликт, в центре которого оказались цепочки создания стоимости в сфере полупроводников. США, обладая технологическим и патентным превосходством в области проектирования, оборудования и архитектуры, начали вводить экспортные ограничения в отношении китайских компаний (*Huawei*, *SMIC* и др.), блокируя их доступ к передовым техпроцессам и литографическим системам⁷⁷. В ответ Китай активизировал

⁷⁷ Where the chips fall: U.S. export controls under the Biden Administration from 2022 to 2024 // CSIS. 12.12.2024. URL: <https://www.csis.org/analysis/where-chips-fall-us-export-controls-under-biden-administration-2022-2024> (дата обра-

национальные программы (например, «Сделано в Китае 2025» и Фонд *China IC Fund*), направленные на построение самодостаточной экосистемы микроэлектроники.

Этот технологический дуализм породил то, что эксперты всё чаще называют «холодной технологической войной»⁷⁸ – долгосрочным стратегическим противостоянием, в котором каждая сторона стремится не только развить собственные производственные и научные возможности, но и ограничить пространство для манёвра своего соперника. При этом, в отличие от эпохи классической холодной войны, современное соперничество разворачивается в условиях глубокой взаимозависимости: Китай остаётся крупнейшим рынком для американских и азиатских чипов, тогда как США контролируют критические звенья в цепочке поставок.

В данной главе рассмотрены ключевые этапы, механизмы и последствия американско-китайского противостояния в сфере полупроводников, включая экспортный контроль, санкционную политику, инвестиционные ограничения и институциональные инициативы с обеих сторон. Особое внимание уделено анализу асимметрий, геоэкономических рисков и возможных сценариев развития конфликта, включая фрагментацию глобальных производственных цепочек.

Препятствование прогрессу Китая в усовершенствовании производства полупроводников стало центральным элементом текущей внешней политики США. В то время как США постепенно восстанавливают свои производственные мощности в области полупроводников, иная картина складывается, когда речь заходит о доступе к критически важным ископаемым и материалам. Конкуренция в области передовых технологий происходит параллельно с борьбой за доступ к критически важному сырью и материалам и процессу переработки, которые являются ключевыми компонентами соответствующих цепочек создания стоимости, охватывающих богатые минералами развива-

шения 19.08.2025).

⁷⁸ Segal A. The coming tech cold war with China // Foreign Affairs. 09.09.2020. URL: [articles/north-america/2020-09-09/coming-tech-cold-war-china](https://www.foreignaffairs.com/articles/north-america/2020-09-09/coming-tech-cold-war-china) (дата обращения 14.04.2025).

ющиеся рынки и развивающиеся экономики.

В 2022 г. тогда советник Белого дома США по национальной безопасности Джейк Салливан упомянул передовые полупроводниковые и вычислительные технологии, биотехнологии и технологии чистой энергии как области, в которых США должны сохранять мировое лидерство, как «императив национальной безопасности»⁷⁹.

Несмотря на фрагментацию цепочки поставок наиболее передовых чипов, все основные компоненты находятся под контролем либо США, либо их союзников. Как отмечают исследователи, в текущих условиях США будет сложно сохранить мировое лидерство без поддержки со стороны других стран⁸⁰. В особенности для США важно сотрудничество с Тайванем и Южной Кореей. Эти страны смогли войти в отрасль в 1970-е гг., когда порог входа был ещё достаточно низким. Взвешенная промышленная политика, привлечение технологий и необходимых специалистов из США предопределили успех отрасли в этих странах сейчас. Для США страны Азии, в частности Тайвань и Южная Корея, были привлекательны в т.ч. благодаря наличию более дешёвой рабочей силы, готовности государственных органов инвестировать в инфраструктуру, а также относительной стабильности политического курса.

В результате развития международной политической ситуации в таком ключе Китай вынужден самостоятельно разрабатывать новые технологии по созданию более совершенных полупроводников. Одна из стратегий Китая – попытка получить западные технологии через покупку зарубежных компаний. В 2015 г. компания *Tsinghua Unigroup* (Китай) попыталась купить *Micron* (США)⁸¹. Инвестиционный фонд *Fujian Grand Chip* в

⁷⁹ United States–China semiconductor standoff: A supply chain under stress // Atlantic Council. 23.02.2023. URL: <https://www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports/issue-brief/united-states-china-semiconductor-standoff-a-supply-chain-under-stress> (дата обращения 30.05.2025).

⁸⁰ Данилин И.В., Селянин Я.В. Гонка нанометров: американская политика в отношении Тайваня и Республики Корея // Мировая экономика и международные отношения. 2023. Т. 67, №11. С. 80–88. DOI: 10.20542/0131-2227-2023-67-11-80-88

⁸¹ Exclusive: Micron does not believe deal with Tsinghua is possible – sources // Reuters. 21.07.2015. URL: <https://www.reuters.com/article/technology/exclusive->

2016 г. хотел приобрести компанию *Aixtron* (Германия), чьи технологии использовались для модернизации систем противоракетной обороны *Patriot*. Эти и похожие сделки были заблокированы со стороны США. Комитет по иностранным инвестициям в США имеет законные полномочия блокировать слияния и поглощения компаний, которые угрожают национальной безопасности Соединённых Штатов.

США внимательно следят за ростом перспектив Китая в области микроэлектроники. В конце президентского срока Барака Обамы Белый дом выпустил доклад, в котором прямо указал, что активность Китая в этом направлении несёт непосредственные угрозы конкурентоспособности промышленности США⁸². С одной стороны, правила ВТО могли бы помочь ограничить политику Китая в области больших объёмов субсидий, которые предоставляются Китаем своим национальным компаниям; особых правил захода на китайский рынок при условии передачи технологий; специфического обращения Китая с правами интеллектуальной собственности. Однако при администрации Д. Трампа (первый срок) предпочли ввести импортные тарифы. При этом без поддержки США ни одна из стран мира не была готова обратиться в ВТО, чтобы поставить под сомнения правомерность промышленной политики Китая.

Введение тарифов на импорт полупроводников стало первым шагом в развёртывании торговой войны между США и Китаем в 2018 г. За три года объём импорта чипов из Китая в США сократился примерно вдвое (с 19% в 2019 г. до 11% в 2022 г.). При этом Китай нарастил поставки чипов в страны Азиатско-Тихоокеанского региона⁸³. Поскольку производители в США не смогли целиком переключиться на поставщиков из других стран, такая политика внесла свой вклад в причины кризиса

micron-does-not-believe-deal-with-tsinghua-is-possible-sources-idUSKCN0PU1X1/ (дата обращения 30.05.2025).

⁸² Mundie C., Otellini P. Ensuring US leadership and innovation in semiconductors // White House (blog). 09.01.2017. URL: <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2017/01/09/ensuring-us-leadership-and-innovation-semiconductors> (дата обращения 14.04.2025).

⁸³ The impacts of supply chain reconfiguration on ASEAN economies // ISEAS. 2024. P. 6. URL: https://www.iseas.edu.sg/wp-content/uploads/2024/05/ISEAS_Perspective_2024_35.pdf (дата обращения 21.08.2025).

полупроводников 2021 г.

В октябре 2022 г. США объявили о широком экспортном контроле в полупроводниковой промышленности, нацеленном на Китай. Согласно ограничениям, любой полупроводник, произведённый с использованием американских технологий для использования в суперкомпьютерах или искусственном интеллекте, может быть продан в Китай только при наличии экспортной лицензии, выданной Соединёнными Штатами, которую трудно получить. Учитывая, что почти все полупроводники производятся с использованием американских технологий, это правило фактически охватывает всю мировую промышленность.

Кроме того, гражданам запрещено работать с китайскими производителями чипов, если у них нет специального разрешения. С помощью этих мер США стремятся помешать Китаю технологически продвигаться, используя те барьеры, которые уже введены с американской стороны в секторах, имеющих решающее значение для их национальной безопасности. Эти ограничения напрямую коснулись компаний *Nvidia* и *Intel* (США), которые разрабатывали полупроводники для производства в Китае.

Однако вся эта политика по ограничению имела один недостаток – США на тот момент занимались только проектированием полупроводников, а само физическое производство находилось на Тайване и Южной Корее, которые не были ограничены законами США. Тогда США заявили, что иностранные компании не могут использовать американские технологии для производства полупроводников для компании *Huawei* (Китай)⁸⁴. В качестве наказания за нарушение этого правила должен был стать запрет на поставки в зарубежные компании оборудования и материалов для производства. Соответственно, важно учитывать, что данная политика США была бы неэффективной при отсутствии сотрудничества с другими странами. В итоге компании в Нидерландах и Японии приняли политику США в об-

⁸⁴ U.S. tightening restrictions on Huawei access to technology, chips // Reuters. 18.08.2020. URL: <https://www.reuters.com/article/technology/us-tightening-restrictions-on-huawei-access-to-technology-chips-idUSKCN25E0BN> (дата обращения 21.08.2025).

ласти ограничений по экспорту Китаю передового оборудования по производству полупроводников.

«Технологическая война» Китая и США также включает проблему доступа к критически важному сырью и его переработке. В то время как Китай уже имеет прочные позиции в области внутри страны и за рубежом, США и Европе необходимо будет предпринять шаги для защиты своих собственных потребностей.

Ответ Китая на запреты в области полупроводниковых технологий лежит в области доступа к редкоземельным металлам. В 2023 г. Китай ввёл экспортный запрет на галлий и германий, которые используются в производстве чипов. При этом КНР обеспечивает 98% мирового производства галлия. В дополнение к внутренней добыче ключевых минералов Китай создал за рубежом сеть соглашений о поставках минералов для снабжения своей внутренней перерабатывающей промышленности, включая торговые соглашения. Основные партнёры Китая в этой области находятся в южной и западной Африке (ЮАР, Танзания, Мадагаскар), Океании (Австралия), Латинской Америке (Бразилия). В глобальном масштабе Китай занимает особое положение в области переработки всех редкоземельных элементов с долей рынка более 85%, а также кремния и кобальта, которые являются неотъемлемой частью производства высокоэнергетических батарей, ветряных турбин и солнечных панелей.

Доступ к редкоземельным металлам тесно связан с темой производства полупроводников, однако он не был обозначен в Законе о чипах США 2022 г.⁸⁵ Таким образом, пока сложно говорить о наличии системного подхода к решению проблемы доступа к РЗМ США.

Рост и обострение конкуренции между США и Китаем заставило ЕС пересмотреть свои подходы к экономической политике, в том числе в области промышленности⁸⁶. Отметим, что

⁸⁵ Wicker K. An evaluation of the CHIPS Act // Critical minerals and the future of the U.S. Economy Report Editor(s): Gracelin Baskaran, Duncan Wood. Center for Strategic and International Studies (CSIS) 2025. URL: <https://amandavandyke.substack.com/p/book-review-critical-minerals-and> (дата обращения: 22.10.2025)

⁸⁶ Wolff G., Poitiers N., Weil P. Sovereignty and digital interdependence // European Sovereignty Report Subtitle: Strategy and interdependence/ ed.: Daniel Fiott.

торговая война напрямую коснулась отрасли полупроводников Европейского союза, т.к. Союз зависит как от поставок из США, так и из Китая. В связи с указанными рисками Европейская комиссия стремится к достижению «открытой стратегической автономии». Активная политика США ставит под угрозу суверенитет ЕС в отношении его автономной технологической политики. В частности, это доказывает случай, когда США наложили запрет для Нидерландов на продажу оборудования для производства полупроводников Китаю.

* * *

Конкуренция между Соединёнными Штатами Америки и Китайской Народной Республикой в сфере полупроводниковой промышленности принимает форму структурного противостояния, сочетающего в себе элементы как технологической, так и торговой войны. На протяжении последнего десятилетия США последовательно стремятся ограничить доступ КНР к передовым технологиям и оборудованию, видя в наращивании китайского научно-технического и производственного потенциала угрозу своему стратегическому и экономическому лидерству в мировой системе.

В этом контексте политика США направлена не только на внутреннюю индустриальную мобилизацию (в т.ч. через Закон о чипах и науке), но и на экстерриториальное применение экспортного контроля, ограничение трансфера технологий и формирование технологических альянсов с союзниками. Ответные действия Китая в виде масштабных инвестиций в национальную полупроводниковую экосистему и попыток ускоренного импортозамещения усиливают напряжённость и подталкивают глобальный рынок к дальнейшей фрагментации.

В результате конфликта нарушаются устоявшиеся глобальные цепочки создания стоимости, что влечёт за собой повышение транзакционных издержек, замедление инноваций и географическое перераспределение производственных мощностей. Складывающаяся архитектура мировой полупроводниковой ин-

European Union Institute for Security Studies (EUISS). 2021. URL: https://www.iss.europa.eu/sites/default/files/EUISSFiles/CP_169.pdf (дата обращения 22.10.2025).

дустрии всё в большей степени определяется не экономической рациональностью, а соображениями национальной безопасности и геополитического баланса. Это создаёт предпосылки для долгосрочной перестройки глобального технологического порядка, в котором устойчивость и автономность становятся равнозначными целями наряду с эффективностью и прибылью.

ГЛАВА 5. ТАРИФНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ЯПОНИИ ПРОТИВ ЮЖНОЙ КОРЕИ

Другой пример противостояния двух стран в области полупроводниковой промышленности – спор между Японией и Южной Кореей. В 2019 г. Япония ввела экспортный контроль за поставками химических веществ, используемых в полупроводниковой промышленности⁸⁷ в Южную Корею⁸⁸. Как сообщалось, введение этих тарифов было связано как с несоблюдением Южной Кореей правил по перепродаже стратегических товаров, так и с давними политическими проблемами между этими странами, которые получили развитие в результате Второй мировой войны⁸⁹.

Фирмы, которые экспортировали эти химические вещества, должны были получать отдельную лицензию на экспорт, что привело к значительному падению указанного экспорта в Южную Корею, но увеличили экспорт этой продукции в США. Введение тарифов было очень чувствительно для Южной Корея, поскольку Япония была основным поставщиком необходимых материалов.

Рассмотрим основные тенденции в импорте химических ве-

⁸⁷ фтористый водород, фторезист и фторированный полиимид.

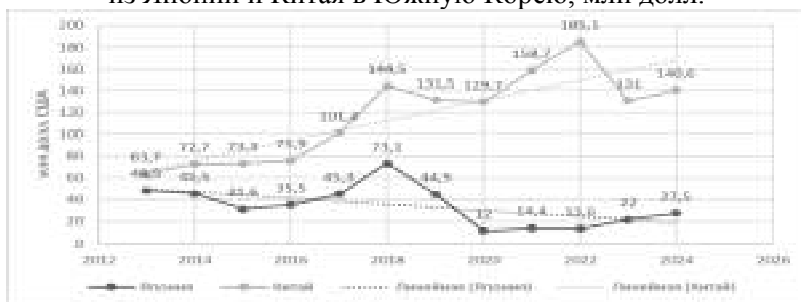
⁸⁸ Ryo M., Hongyong Zh. The impact of export controls on international trade: evidence from the Japan–Korea trade dispute in semiconductor industry // Journal of the Japanese and International Economies. 2024. Vol. 24. P. 1–68. URL: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/3e5537ac17a795823a3e3c46b12c0351-0050022023/related/25-The-Impact-of-Export-Controls-on-International-Trade-Evidence-from-the-Japan-Korea-Trade-Dispute-in-Semiconductor-Industry.pdf> (дата обращения 10.10.2025).

⁸⁹ Политические разногласия между Японией и Южной Кореей, уходящие корнями во вторую половину XX в., связаны прежде всего с наследием японской колонизации Корейского полуострова (1910–1945 гг.).

ществ в Южную Корею и определим, насколько тарифные меры оказали влияние на экономические процессы. На рисунке 11 представлена динамика импорта фтористого водорода (*HF*), критически важного химического компонента для производства полупроводников, в Южную Корею из двух ключевых стран: Японии и Китая. В дополнение к фактическим значениям показаны тенденции, отражающие обобщённую динамику изменения поставок.

Рисунок 11

Динамика экспорта фтористого водорода (ТН ВЭД 281111) из Японии и Китая в Южную Корею, млн долл.



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

В 2013–2015 гг. Япония оставалась основным поставщиком *HF* в Южную Корею (средний показатель 40–50 млн долл.). Однако в 2019 г. наблюдается кратковременный всплеск поставок (73,1 млн долл.), вероятно, отражающий попытку нарастить экспорт до введения ограничений. После 2019 г. происходит резкое падение: объёмы снижаются до 12 млн долл. в 2020 г. и держатся на низком уровне до 2024 г. (в 2024 г. – 27,5 млн долл.). Линейный вектор показывает устойчивое снижение поставок, отражающее политическую и технологическую переориентацию Японии и Южной Кореи.

При этом Китай системно наращивает экспорт *HF* в Южную Корею. Он начинает с сопоставимых с Японией объёмов в 2013 г. (63,7 млн долл.) и демонстрирует стабильный рост в течение последующего десятилетия. Наиболее резкий рост зафиксирован в 2018–2022 гг., с пиком в 2022 г. – 185,1 млн долл. После

2022 г. наблюдается спад (до 131 млн долл. в 2023 г.), однако экспорт остаётся выше средних значений предыдущих лет. Китай показывает устойчивый рост, противоположный японскому вектору.

Таким образом, в результате введения тарифных мер Япония утратила статус основного поставщика фтористого водорода в Южную Корею после 2019 г., а восстановление объёмов остаётся ограниченным. Китай, наоборот, укрепил свои позиции в качестве нового стратегического поставщика, компенсировав снижение японского экспорта и став фактически монопольным внешним источником *HF* для южнокорейской полупроводниковой промышленности. Общие тенденции в области торговли отражают политико-экономическую переориентацию Южной Кореи, которая сместила критические поставки в сторону более предсказуемого (на тот момент) партнёра – Китая. Импорт *HF* становится индикатором уязвимости высокотехнологичных отраслей к внешнеполитическим решениям, особенно в контексте международной конкуренции и фрагментации цепочек поставок.

На рисунке 12 представлены данные экспорта фторезиста – ключевого материала, используемого в фотолитографии при производстве полупроводников, в Южную Корею из Японии и Китая за период с 2013 по 2024 г. Рисунок отображает как абсолютные значения, так и общую тенденцию в Японии.

Рисунок 12
Динамика экспорта фторезиста (ТНВЭД 370710)
из Японии и Китая в Южную Корею, млн долл.



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

В течение всего периода Япония была и остаётся доминирующим источником фоторезиста для Южной Кореи. Импорт из Японии колебался от пиковых 480,6 млн в 2021 г. до минимальных 291 млн долл. в 2016 г., отражая волатильность спроса и/или политико-экономических условий. Несмотря на отдельные спады, общая тенденция остаётся относительно стабильной, с постепенным восстановлением после кризисных периодов (например, в 2019–2020 гг.).

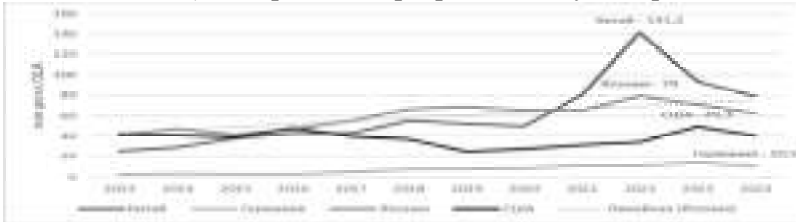
Импорт из Китая остаётся на крайне низком уровне – от 11 млн в 2013 г. до 6,8 млн долл. в 2024 г., что составляет лишь 1–2% от объёмов поставок из Японии. Незначительные изменения в абсолютных значениях не повлияли на структуру поставок.

Фоторезисты являются одним из трёх чувствительных материалов, экспорт которых Япония ограничила в 2019 г. (наряду с фтористым водородом и полиимидом), что вызвало кризис в торговле с Южной Кореей. Несмотря на политическую напряжённость, импорт фоторезистов из Японии продолжился, в отличие от других химикатов, что подчёркивает технологическую уникальность японских поставок, которую трудно заменить альтернативными источниками. Китай, несмотря на рост своей химической промышленности, пока не способен предложить качественные аналоги, соответствующие требованиям южнокорейской микроэлектроники.

Таким образом, Южная Корея сохраняет сильную зависимость от узкого круга поставщиков по критически важному компоненту, что делает цепочки производства чипов уязвимыми к внешним шокам. Попытки диверсификации и локализации оказались более успешными в других сегментах (например, фтористый водород), но не затронули фоторезист, где технологический барьер остаётся высоким.

Третий компонент, который попал под экспортные ограничения – фторированный полиимид, – используется в производстве гибких дисплеев, *OLED*-панелей и ряда элементов микроэлектроники. На рисунке 13 представлена динамика его экспорта в Южную Корею из четырёх ключевых стран-поставщиков. Отдельно указана линейная тенденция японского экспорта, что позволяет проследить структурные изменения на рынке.

Динамика экспорта фторированного полиимида (ТН ВЭД 390469) из стран-экспортёров в Южную Корею



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

Китай в начале рассматриваемого периода (2013–2019 гг.) обеспечивал умеренные объёмы поставок фторированного полиимида (от 25 до 50 млн долл.). С 2020 г. начинается резкий рост: от 56 млн в 2020 г. до пика в 141,5 млн долл. в 2022 г., после чего наблюдается снижение до около 80 млн долл. в 2024 г. Такой всплеск может быть интерпретирован как реакция на ограничения Японии в 2019 г. и последующий сдвиг Южной Кореи в сторону альтернативных партнёров.

Японские поставки показывают сдержанную, но восходящую тенденцию с 42 млн в 2013 г. до 79 млн долл. в 2024 г. Несмотря на политическое обострение и экспортные ограничения Японии в 2019 г., экспорт постепенно восстановился, что указывает на сохранение технологической конкурентоспособности и доверия со стороны южнокорейских потребителей. Линейный вектор японского экспорта положителен, отражая общее укрепление позиций Японии.

Импорт из США варьируется в пределах 30–50 млн долл. с локальным снижением в 2019 г. и последующим ростом до пика в 2023 г. (50 млн долл.), после чего происходит незначительное снижение. США сохраняют устойчивое, но вторичное положение на рынке Южной Кореи, играя роль дополнительного поставщика. Германия остаётся на периферии импорта фторированного полиимида: от 4 до 10 млн долл., несмотря на общий рост спроса на материалы для гибкой электроники.

Таким образом, Китай стал крупнейшим поставщиком фто-

рированного полиимида в Южную Корею, особенно после 2020 г. Это указывает на успешную экспансию Китая в сегмент высокотехнологичных материалов и возможное достижение технологического паритета в данном классе продукции. Япония, несмотря на политические сложности с Южной Кореей, остаётся важным и технологически надёжным партнёром, что подтверждает устойчивый рост её экспорта и доверие южнокорейских импортёров. США и Германия играют вспомогательную роль, не оказывая значительного влияния на структуру поставок, но обеспечивая резервную диверсификацию источников. При этом Южная Корея активно диверсифицировала импорт после 2019 г., перераспределив закупки между поставщиками, чтобы снизить зависимость от одного источника и повысить устойчивость цепочек поставок.

В ответ на тарифы Южная Корея переориентировалась на экспорт необходимых веществ из Китая, США, а также выделила внутренние субсидии на производство этих материалов. Стратегия диверсификации и гибкого реагирования на внешние ограничения позволила стране не только компенсировать потери, связанные с японскими экспортными барьерами, но и переориентироваться на альтернативные источники, прежде всего Китай. Однако Япония остаётся критически важным звеном, особенно в сегментах, где качество и надёжность играют первостепенную роль.

Также Южная Корея увеличила экспорт оборудования для производства полупроводников в Китай, что может быть связано с переносом производств в новых сложившихся условиях. Данный случай показывает, как введение тарифных мер может способствовать переструктурированию цепочек создания стоимости в географическом масштабе.

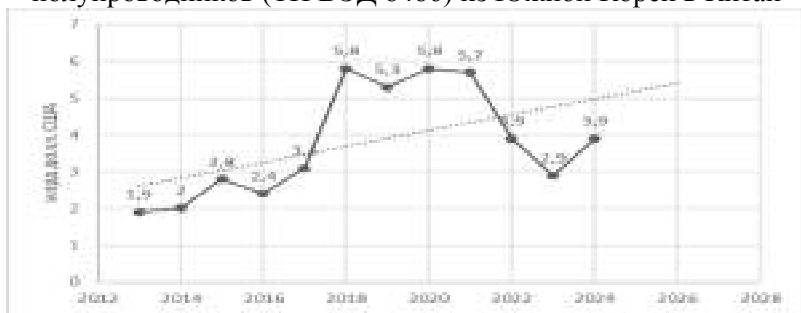
Наиболее негативно введённые тарифы повлияли на экспорт фтористого водорода из Японии; для двух других компонентов (фторированного полиимида и фоторезиста) эти тарифы не дали негативного эффекта. Однако в общей сложности выиграл от данной ситуации Китай, который нарастил экспорт в Южную Корею. Ещё одним важным и отчасти дополнительным результатом стал рост экспорта оборудования по производству полу-

проводников из Южной Кореи в Китай.

На рисунке 14 представлена динамика южнокорейского экспорта производственного оборудования для полупроводниковой отрасли в Китай. Данный тип продукции является стратегическим как для стран-экспортёров, так и для стран-импортёров ввиду его ключевой роли в обеспечении технологического суверенитета и производственной автономии.

Рисунок 14

Динамика экспорта машин и оборудования для производства полупроводников (ТН ВЭД 8486) из Южной Кореи в Китай



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

Объём экспорта машин и оборудования для производства полупроводников из Южной Кореи в Китай за рассматриваемый период вырос с 1,9 млрд в 2013 г. до 5,8 млрд долл. в 2018 г. Особенно резкий рост отмечается после 2016 г., вероятно, как следствие расширения производственных мощностей в Китае и спроса на корейские технологии в условиях роста потребления. С 2018 по 2021 г. экспорт колеблется в пределах 5,3–5,8 млрд долл., что указывает на достижение насыщения или стабилизацию контрактов в условиях торговой напряжённости между США и Китаем.

В 2022 г. экспорт резко сокращается до 3,9 млрд, а в 2023 г. – до 2,9 млрд долл. Это может быть связано как с ростом внешнеполитического давления, в т.ч. со стороны США, ограничивающего поставки стратегического оборудования в Китай, так и с переориентацией Китая на локальные источники и диверсификацию поставок.

Несмотря на волатильность в последние годы, линейный тренд сохраняет положительную динамику, отражающую долгосрочное наращивание экспортного потенциала Южной Кореи в данной товарной категории.

* * *

За последние 10 лет структура импорта ключевых химических компонентов для полупроводниковой промышленности Южной Кореи претерпела заметные изменения под воздействием как рыночных факторов, так и внешнеполитических решений, а также политики Японии. Анализ данных по импорту фтористого водорода, фторированного полиимида и фоторезиста из Японии, Китая, США и Германии в 2013–2024 гг., позволяет выявить ряд ключевых закономерностей.

До 2019 г. Япония стабильно занимала лидирующую позицию в поставках всех трёх видов химических материалов в Южную Корею, особенно по фоторезистам, где сохраняется японская технологическая монополия. Однако после введения японским правительством экспортного контроля на поставки стратегических химикатов в июле 2019 г. объёмы импорта фтористого водорода и фторированного полиимида резко сократились. В то же время, по данным на 2024 г., поставки фоторезиста остаются на высоком уровне (около 360 млн долл.), что указывает на критически важную роль Японии в этой технологической нише и невозможность оперативной замены её продукции аналогами.

После 2019 г. произошло стремительное наращивание импорта химических компонентов из Китая. Особенно заметен рост по категории фтористого водорода, где Китай к 2022 г. достиг объёмов экспорта в 185 млн долл., опередив Японию. Подобная картина наблюдается и в сегменте фторированного полиимида, где китайские поставки выросли с 25–30 млн (в 2013–2016 гг.) до более 140 млн долл. в 2022 г. Эти данные отражают не только усилия Пекина по диверсификации, но и наращивание технологических мощностей китайской химической промышленности, в т.ч. в рамках программы «Сделано в Китае 2025».

Импорт рассматриваемых материалов в Южную Корею из США и Германии остаётся на умеренном уровне во всех катего-

риях (обычно в пределах 10–50 млн долл.), не оказывая системного влияния на структуру южнокорейских поставок. Тем не менее США играют ключевую роль как регулятор: экстерриториальные меры экспортного контроля со стороны Вашингтона (например, в отношении *ASML* и японских поставщиков через *Cymer*) косвенно влияют и на цепочки поставок в Южную Корею.

Политическая напряжённость с Японией привела к институциональному сдвигу в южнокорейской промышленной политике. С 2019 г. начата реализация программ импортозамещения, включая налоговые льготы, субсидии на размещение химического производства в стране и ускорение сертификации новых поставщиков. Несмотря на частичное восстановление импорта из Японии к 2023–2024 гг., сформировалась устойчивая структура диверсифицированных поставок, в которой Китай занял важную стратегическую позицию.

Анализ показывает, что в ряде случаев Южная Корея сумела заместить японские поставки (в частности, по фтористому водороду), но в других – замещение оказалось невозможным (в частности, в отношении фоторезистов), что подчёркивает неравномерность технологической доступности в разных сегментах. Таким образом, даже при наличии диверсифицированных источников цепочки поставок остаются уязвимыми перед геополитическими потрясениями, санкциями и экспортными ограничениями.

Опыт Южной Кореи после торгового кризиса 2019 г. показывает, как политические решения трансформируют конфигурацию технологических цепочек. Несмотря на усилия по локализации и замещению, в высокотехнологичных отраслях сохраняется зависимость от узкого круга стран-лидеров. В условиях нарастающей фрагментации глобального технологического ландшафта стратегическим вызовом остаётся не только поиск альтернативных поставщиков, но и инвестиции в научные исследования и разработки.

ЧАСТЬ 2. ПЛАНЫ ПО РАЗВИТИЮ ОТРАСЛИ ВЕДУЩИХ ИГРОКОВ

Полупроводниковая промышленность — один из ключевых секторов глобальной экономики, обеспечивающий функционирование критически важных отраслей: от информационно-коммуникационных технологий и автомобилестроения до обороны, энергетики и медицины. Столкнувшись с глобальным дефицитом микросхем в 2020–2022 гг., страны и экономические блоки пересмотрели свою зависимость от международных цепочек поставок и приступили к формированию новых стратегий, направленных на усиление технологического суверенитета, локализацию производств и стимулирование научно-исследовательской активности в микроэлектронике.

В условиях растущей геополитической конкуренции и ускоренной цифровизации полупроводники превратились из товара в объект стратегического планирования. Как следствие, на рубеже 2020-х гг. в ряде стран появились специализированные нормативно-программные пакеты, призванные трансформировать национальную политику в этой области: Закон о чипах и науке США, Европейский закон о чипах (ЕС), Закон о К-чипах (Южная Корея)⁹⁰, Меры по поддержке полупроводников (Китай), инициативы Японии и Тайваня. Эти стратегии отличаются по объёму ресурсов, институциональной структуре, ориентирам промышленной политики и степени участия частного сектора.

Цель настоящего раздела — провести обзор и сравнительный анализ национальных и наднациональных стратегий развития полупроводниковой отрасли, выявить ключевые черты и расхождения между ними, а также оценить их потенциал в контексте формирования устойчивой, сбалансированной и конкурентоспособной глобальной архитектуры микроэлектроники. Анализ включает параметры государственного финансирования, субсидий и налоговых стимулов, меры по регулированию, развитие инфраструктуры и кадрового потенциала, а также механизмы экспортного контроля и внешнеэкономическую координацию.

Ведущие игроки отрасли относительно недавно пересмотре-

⁹⁰ Англ. *The South Korean K-Chips Act*.

ли стратегические подходы к развитию отрасли производства полупроводников и запланировали средства на развитие (табл. 5). США приняли «Закон о науке и полупроводниках»⁹¹, в котором заложили 39 млрд на развитие производства и 13,2 млрд долл. на НИОКР и развитие рабочей силы. Европейский закон о чипах (2023 г.) направлен на то, чтобы помочь Союзу обеспечить поставки полупроводников и самодостаточность, контролировать большую часть своей цепочки поставок, снизить зависимость от иностранных компаний и конкурировать с США и Азией в области технологий. Закон о чипах ЕС представляет собой пакет государственных и частных инвестиций на сумму 47 млрд долл. с целью создания крупномасштабных мощностей и инноваций для обеспечения самодостаточности Европы – предвосхищая потенциальные будущие кризисы поставок. Целью закона является удвоение доли ЕС на мировом рынке полупроводников с 9 до 20% к 2030 г. Закон о чипах ЕС также выступает в качестве номинального ориентира для расширения прав и возможностей европейской экосистемы полупроводников. В Четырнадцатом пятилетнем плане социально-экономического развития КНР и долгосрочных целях на период до 2035 года⁹² Китайской Народной Республики запланировано 149 млрд долл. в акционерных фондах на развитие отрасли. Япония также приняла Стратегию для полупроводников и цифровой индустрии и запланировала⁹³ 17,5 млрд долл. на гранты. На Тайване была принята инициатива «Ангстрем» в области полупроводников⁹⁴, нацеленная на поддержку научного и технологического развития в наиболее передовых областях микроэлектроники.

В последние годы полупроводниковая отрасль превратилась в центральное направление государственной промышленной политики ведущих стран мира (табл. 5). Усиление геополитиче-

⁹¹ CHIPS and Science Act. URL: <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346> (дата обращения 01.04.2025).

⁹² The 14th Five-Year Plan of the People's Republic of China – Fostering High-Quality Development. URL: <https://www.adb.org/publications/14th-five-year-plan-high-quality-development-prc> (дата обращения 02.04.2025).

⁹³ Outline of Semiconductor Revitalization Strategy in Japan. URL: https://www.meti.go.jp/english/policy/0704_001.pdf (дата обращения 02.04.2025).

⁹⁴ Англ. *Angstrom Semiconductor Initiative*.

Стратегии развития отрасли в повестке ведущих производителей полупроводников

	США	ЕС	Китай	Япония	Южная Корея	Тайвань
Цели	Достижение устойчивости в цепочке поставок	Увеличение доли на мировом рынке на 20% к 2030 г.	Достижение 70% самообеспеченности к 2025 г.	Достичь продаж на сумму 112 млрд долл. к 2030 г.	Укрепить лидерство в производстве	Достижение технологий 1 нм к 2030 г.
Правовые акты	Закон о науке и полупроводниках, пересмотр цепочек стоимости	Закон о полупроводниках. Цифровой компас 2030	<i>National IC, Outline</i> , 14-й пятилетний план	Стратегия для полупроводников и цифровой индустрии <i>Moonshot program</i>	Стратегия <i>K-Belt Semiconductor</i>	инициатива «Ангстрем» в области полупроводников
Бюджет	39 млрд долл. на производство; 13,2 млрд долл. на НИОКР и развитие рабочей силы	47 млрд долл. в гранты	149 млрд долл. в акционерные фонды	17,5 млрд долл. для выдачи грантов	55 млрд долл. для обеспечения налоговых льгот	16 млрд долл. для обеспечения налоговых льгот
Ключевые инициативы	25% налоговых кредитов на инвестиции. Гранты на развитие. Поддержка на государственном уровне	Гранты и займы в рамках Закона о чипах. Налоговые кредиты. Государственная поддержка отдельных проектов	Большой фонд I, II, III и местные фонды. Государственные компании – лидеры отрасли. Национальный научный фонд	Национальное финансовое финансирование. Центр по развитию передовых технологий в области полупроводников	Налоговые льготы. Образовательные программы в рамках ГЧП*	Финансирование субсидий. Налоговые кредиты. Индустриальная академия

Источник: Semiconductor Industry Association. SIA. URL: <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2025/02/Tariffs-on-Chip-Imports-Would-Harm-U.S.-Manufacturing-One-Pager.pdf> (дата обращения 08.08.2025).

* Государственно-частное партнёрство.

ской конкуренции, а также стратегическая значимость полупроводников для национальной безопасности, цифровой экономики и оборонной промышленности обусловили беспрецедентную активизацию институциональных и бюджетных механизмов поддержки данной сферы. Сравнительный анализ стратегий ключевых экономик – США, Евросоюза, Китая, Японии, Южной Кореи и Тайваня – позволяет выявить как общие тенденции, так и

специфические особенности подходов к развитию полупроводникового сектора.

Вектор государственной политики США определяется Законом о науке и полупроводниках, который направлен на восстановление утраченных производственных мощностей и снижение зависимости от внешних поставок. В рамках инициативы предусмотрено финансирование в объёме 52,2 млрд долл., из которых 39 млрд направлены на строительство заводов и расширение производственной базы, а 13,2 млрд – на исследования и развитие кадрового потенциала. Европейский союз, в свою очередь, реализует Закон о чипах и программу «Цифровой компас 2030», ставя амбициозную цель – увеличение доли ЕС на мировом рынке полупроводников до 20% к 2030 г. Общий бюджет поддержки составляет 47 млрд долл., преимущественно в форме грантов, ориентированных на стимулирование местного производства.

Китай демонстрирует наиболее масштабный по объёму ресурсный подход, инвестируя 149 млрд долл. через государственные акционерные фонды в рамках стратегических документов. Приоритетом является достижение 70% технологического самообеспечения уже к 2025 г., что отражает стремление к суверенитету в условиях внешнего давления и санкционных ограничений. Тайвань, напротив, концентрируется на достижении технологического превосходства, формулируя цель выхода на уровень 1 нанометра к 2030 г. в рамках инициативы «Ангстрем» в области полупроводников, приоритет которой – стимулирование прорывных НИОКР и предоставление налоговых льгот (на сумму 16 млрд долл.).

Южная Корея и Япония также активизировали политику поддержки отрасли. Южнокорейская стратегия *K-Belt Semiconductor* предполагает налоговые льготы на сумму 55 млрд долл. и направлена на укрепление лидерства страны в области производства полупроводников для устройств памяти и хранения информации. Япония же делает ставку на развитие национальных производств и технологических альянсов, включая проекты по развитию компании *Rapidus* и сотрудничество с *IBM*, выделяя 17,5 млрд долл. в виде государственных грантов.

Таким образом, можно констатировать формирование нового типа индустриальной политики, в которой полупроводники рассматриваются не только как экономический сектор, но и как элемент критической инфраструктуры. При этом подходы стран различаются: США и ЕС нацелены на диверсификацию и устойчивость глобальных цепочек поставок, Китай и Тайвань стремятся к технологическому суверенитету и прорыву, а Япония и Южная Корея сосредоточены на укреплении лидерства в отдельных звеньях цепочки. Всё это указывает на быстрое смещение глобального центра тяжести в сторону фрагментированной и конкурирующей архитектуры полупроводниковой индустрии.

Когда речь заходит об основных производителях полупроводников в мире – США, Японии, ЕС, – отметим, что эти страны поддерживают друг друга в развитии промышленной политики. К тому же перед ними стоят общие вызовы – рост значимости и стремление Китая к лидерству, а также географическая концентрация производства передовых полупроводников.

ГЛАВА 1. США: ОТ ГЛОБАЛЬНОГО ЛИДЕРСТВА К ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОНОМИИ

США входят в лидеры производителей полупроводников, однако, по последним оценкам, их доля в мировом производстве снижается до 12% по сравнению с 37% в 1990 г. Более того, прогнозируется, что только 6% передового потенциала будет размещено в США в ближайшие десятилетия⁹⁵. Более того, наиболее передовые технологии по производству полупроводников расположены в странах Юго-Восточной Азии, а именно они будут играть ключевую роль в развитии как искусственного интеллекта, так и производства квантовых компьютеров. При этом стоит учитывать, что полупроводники играют ключевую роль в развитии оборонной промышленности США.

США начали проигрывать конкуренцию в области полупро-

⁹⁵ Government incentives and US competitiveness in semiconductor manufacturing // Semiconductor Industry Association. 2020. URL: <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2020/09/Government-Incentives-and-US-Competitiveness-in-Semiconductor-Manufacturing-Sep-2020.pdf> (дата обращения: 22.10.2025)

водников уже в 1970-80-е гг., когда на мировой рынок вышли японские компании. В 1980-е Соединённые Штаты решили перенять принципы государственной поддержки, которые использовались в Японии, и ежегодно выделять 100 млн долл. в течение пяти лет консорциуму *SEMATECH*. Финансирование продолжилось до 1997 г. Идея заключалась в том, что 14 компаний, входящих в консорциум, будут делить расходы на научные разработки. Однако попытка удержать высокие цены на полупроводники в США привела к тому, что ряд других стран и регионов начал вступать в глобальную конкуренцию, в частности Тайвань. К 2000-м гг. на мировой рынок вышла Южная Корея, увеличив свою долю в импорте полупроводников в США. Ответом Соединённых Штатов вновь стали антидемпинговые меры против южнокорейских фирм. Американские компании просили поддержки у правительства по защите своих интересов.

Все эти вызовы побудили администрацию США работать в направлении диверсификации цепочек поставок, а также развивать собственное производство. В этой связи государство показало готовность поддерживать и осуществлять инвестиции в отрасль с целью восстановить свои утраченные позиции на глобальном рынке. Отметим, что Ассоциация производителей полупроводников активно лоббирует государственную поддержку отрасли, прогнозируя возможность строительства 19 новых заводов при условии инвестиций в 50 млрд долл., а также создание порядка 70 тыс. новых рабочих мест, привлечение лучших умов и специалистов, создание технологических кластеров и рост производственных мощностей на 57%⁹⁶.

Вопросы необходимости развития квантовых технологий, 5G, микроэлектроники были заявлены США ещё в 2018 г. в рамках Национальной стратегии безопасности⁹⁷. Сегодня с учётом тенденций по наращиванию вооружений, в т.ч. с использованием передовых технологий, наличие надёжных поставщиков полупроводников становится вопросом обеспечения националь-

⁹⁶ Ibid. P. 2.

⁹⁷ National Defense Strategy of the USA. 2018. URL: <https://media.defense.gov/2020/May/18/2002302061/-1/-1/1/2018-NATIONAL-DEFENSE-STRATEGY-SUMMARY.PDF> (дата обращения 30.05.2025).

ной безопасности для США. Как было показано в предыдущей главе, основным соперником для США в этой области становится Китай. Торговые войны с Китаем, пандемия коронавируса, общая геополитическая напряжённость ставит под угрозу стабильность и безопасность цепочек создания стоимости, поэтому перед США встаёт вопрос о создании собственных производственных мощностей.

Снижение объёма добавленной стоимости в области производства полупроводников с 37% в 1990 г. до 12% в 2020 г. в США связано не только с возвышением азиатских стран, но и с общей тенденцией последних лет на отказ от собственного производства и акцентированием внимания на проектировании полупроводников. Тем более что страны Азии обеспечили наиболее привлекательные условия для развития заводов по производству чипов. Таким образом, в результате снижения издержек на производство США рискует снизить долю в производстве добавленной стоимости до 10% в 2030 г., тогда как Китай стремится занять 40% мирового рынка.

Проблема снижения доли США заключается не в отсутствии технологий или научных разработок. США – лидеры в разработке передовых технологических процессов, программного обеспечения. Проблема заключается в том, что компании предпочитают строить заводы по производству чипов за пределами США. По итогам опроса, проведённого Ассоциацией производителей полупроводников, оказалось, что компании обращают особое внимание на стоимость рабочей силы и меры государственной поддержки, по обоим этим параметрам США проигрывают другим странам.

Отсутствие государственной поддержки оказывается критическим в силу того, что строительство одного завода может обойтись от 5 до 20 млрд долл. (например, строительство атомной станции обойдётся от 4 до 8 млрд долл.). Более того, по средним подсчётам оперативные издержки на поддержание работы завода могут достигать до 2 млрд долл. в год. Строительство и поддержание работы завода в США обходится на 25–30% дороже, чем на Тайване и в Сингапуре. Китай с его мощной государственной поддержкой становится ещё более конку-

рентоспособным. В США содержание завода обходится на 50% дороже, чем в Китае⁹⁸.

Результатом осмысления сложившейся ситуации в отрасли стало принятие Закона о чипах и науке в 2022 г. (Закон о создании полезных стимулов для производства полупроводников)⁹⁹. В основными целями этого закона стали: усиление присутствия США в отрасли на мировом уровне, снижение угроз со стороны Китая в отношении доступа США к полупроводникам, производимым на Тайване, поддержка инвестиций в инновации и исследования.

Закон о чипах США предполагает выделить 52,2 млрд долл. на деятельность, связанную с полупроводниками до 2027 г. Средства будут распределены между следующими организациями:

- Фонд «Чипы для Америки»¹⁰⁰;
- Фонд «Чипы для обороны Америки»¹⁰¹;
- Фонд международной технологической безопасности и инноваций¹⁰²;
- Фонд «Чипы для трудовых ресурсов и образования Америки»¹⁰³;
- Национальная программа по производству передовых упаковок¹⁰⁴;
- Национальный институт стандартизации и технологий¹⁰⁵.

Фонду «Чипы для Америки» будет выделено 50 млрд долл. на строительство новых заводов и развитие рабочей силы. Лидирующие позиции в этом направлении занимает Национальный технологический центр полупроводников.

Фонд международной технологической безопасности и ин-

⁹⁸ Turning the Tide for semiconductor manufacturing in the U.S. // SIA. URL: <https://www.semiconductors.org/turning-the-tide-for-semiconductor-manufacturing-in-the-u-s> (дата обращения 21.08.2025).

⁹⁹ CHIPS and Science Act // U.S. Congress. 2022. URL: <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346> (дата обращения 12.05.2025).

¹⁰⁰ Англ. *CHIPS for America Fund*.

¹⁰¹ Англ. *CHIPS for America Defense Fund*.

¹⁰² Англ. *International Technology Security and Innovation Fund, ITSIF*.

¹⁰³ Англ. *CHIPS for America Workforce and Education Fund*.

¹⁰⁴ Англ. *National Advanced Packaging Manufacturing Program, NAPMP*.

¹⁰⁵ Англ. *National Institute of Standards and Technology, NIST*.

новаций ежегодно будет выделять 100 млн долл. на развитие и координацию отношений с другими государствами по вопросам телекоммуникаций, полупроводников и других новейших технологий.

Фонд «Чипы для трудовых ресурсов и образования» вложит 200 млн долл. на поддержку деятельности в области подготовки кадров вместе с Национальным научным фондом.

Национальная программа развития производств в области упаковки США – программа, направленная на поддержку развития процессов тестирования, сборки и упаковки полупроводников.

Национальный институт стандартизации и технологий займётся вопросами разработки полупроводников следующего поколения. 2 млрд долл. выделяют Министерству обороны для создания Национальной сети исследований в области микроэлектроники¹⁰⁶. В её задачи будет входить доведение новых образцов до промышленного производства и коммерциализация инноваций.

Реализация Закона о науке и чипах потребовала от США расширения профессиональных возможностей. Министерство торговли наняло дополнительных сотрудников для обработки и оценки заявок на финансирование проектов. Так, для получения финансирования предприятие должно пройти пять этапов. На первом этапе подаётся заявка о наличии проекта, а далее идёт тесное общение с сотрудниками министерства торговли по уточнению и детализации. В феврале 2023 г. анонсировали первый раунд сбора заявлений на дополнительное финансирование проектов, к концу 2023 г. было получено 600 заявок¹⁰⁷.

Эксперты отмечают, что требования к заявителям содержали ряд противоречивых положений: в частности, получатели

¹⁰⁶ Программа *Microelectronics Commons*.

¹⁰⁷ Biden–Harris Administration Announces CHIPS Preliminary // US Department of Commerce. 2024. URL: <https://www.commerce.gov/news/press-releases/2024/01/biden-harris-administration-announces-chips-preliminary-terms-microchip> (дата обращения 14.05.2025); Terms with microchip technology to strengthen supply chain resilience for America’s automotive, defense, and aerospace industries. Press release. 04.01.2004. URL: <https://www.commerce.gov/news/press-releases/2024/01/biden-harris-administration-announces-chips-preliminary-termsmicrochip> (дата обращения 14.05.2025).

финансирования должны были предложить своим работникам качественный уход за детьми, а также готовность поделиться любой неожиданной прибылью с налогоплательщиками США. Также в Законе о науке и чипах содержится правило, что выделенное финансирование не должно прямо или косвенно поддерживать компании из стран, которые «вызывают озабоченность», в частности, из Китая. Это положение сильно ограничивало возможности компаний, у которых уже располагались производственные мощности в Китае.

Также важно отметить, что 2 млрд долл. предполагалось потратить на развитие производства уже устаревших чипов, которые представляли критическую ценность для автомобильной промышленности. Именно их нехватка породила кризис в 2021 г. Однако, как отмечают эксперты, данный тип чипов не слишком прибыльный, к тому же государственные фабрики Китая готовы выпускать крупные партии, делая производство в странах Запада нерентабельным.

Закон о науке и чипах заложил 500 млн долл. на поддержку создания производств по тестированию, сборке и упаковке чипов за пределами США. Данное положение связано с высокой стоимостью рабочей силы в США, тогда как для такого типа производств нужно много рабочей силы. В 2023 г. США анонсировали размещение таких производств в Панаме, Коста-Рике и Вьетнаме. Согласно открытым источникам, фактическое строительство ещё не началось. Закон обеспечил инвестиционный налоговый кредит в размере 25% на капитальные затраты на производство самих полупроводников и оборудования для них.

Помимо Закона о науке и чипах США также используют иные меры реализации промышленной политики в области микроэлектроники. В октябре 2022 г. были введены новые подходы к экспортному контролю, они коснулись экспорта наиболее передовых полупроводников.

В США анонсировано 80 новых проектов по строительству фабрик полупроводников на территории всей страны. В планах следующие проекты:

– *Micron Fab* – компания *Micron Technology* инвестирует в проект по строительству нового завода по производству микро-

схем для хранения данных в г. Бойсе, штат Айдахо. Общий объём инвестиций составляет 15 млрд долл., что делает данный проект крупнейшим частным капиталовложением в истории штата¹⁰⁸. Проект поддерживается федеральным финансированием в размере 6,2 млрд долл. в рамках Закона о чипах и науке. Ожидается, что реализация проекта создаст около 2 тыс. прямых рабочих мест в компании *Micron*, 4,5 тыс. – в строительстве и 15 тыс. косвенных – в смежных отраслях. Кроме того, компания планирует инвестировать 75 млн долл. в течение следующих 10 лет в развитие местного сообщества, включая программы *STEM*-образования¹⁰⁹ и инициативы по развитию рабочей силы¹¹⁰;

– *Global Foundries Fab* – компания *Global Foundries* инвестирует в расширение своего производственного комплекса *Fab 8*, расположенного в г. Мальта, штат Нью-Йорк. Общий объём инвестиций составляет более 13 млрд долл., включая 1,5 млрд в рамках федеральной программы Закона о чипах и науке и 550 млн долл. от штата Нью-Йорк¹¹¹. В результате реализации данного проекта ожидается создать около тысячи прямых рабочих мест в сфере производства и более 9 тыс. рабочих мест в строительстве;

– *Wolfspeed Fab* – компания *Wolfspeed* реализует инвестиционный проект по строительству нового завода по производству карбида кремния в г. Сайлер-Сити, штат Северная Каролина. Общий объём инвестиций составляет 5 млрд долл. Завод, получив-

¹⁰⁸ Micron Announces \$15 Billion Investment in Boise// Idaho Commerce. 01.2024. URL: <https://commerce.idaho.gov/blog/micron-announces-15-billion-investment-in-boise> (дата обращения 14.05.2025).

¹⁰⁹ *STEAM*-образование – это междисциплинарный подход к обучению, который объединяет естественные науки (*Science*), технологии (*Technology*), инженерию (*Engineering*), искусство (*Art*) и математику (*Mathematics*) для развития у учащихся навыков критического мышления, решения проблем, креативности и сотрудничества через практико-ориентированное проектное обучение.

¹¹⁰ \$6.1B CHIPS & Science Act Funding for Memory Manufacturing// Micron. URL: <https://www.micron.com/manufacturing-expansion/boise> (дата обращения 14.05.2025).

¹¹¹ GlobalFoundries and U.S. Department of Commerce Announce Award Agreement on CHIPS Act Funding for Essential Chip Manufacturing // Global Foundries. 11.2024 URL: <https://gf.com/gf-press-release/globalfoundries-and-u-s-department-of-commerce-announce-award-agreement-on-chips-act-funding-for-essential-chip-manufacturing> (дата обращения 14.05.2025).

ший название *John Palmour Manufacturing Center for Silicon Carbide*, станет крупнейшим в мире предприятием по производству 200-миллиметровых пластин из карбида кремния¹¹². Проект финансируется как за счёт частных инвестиций, так и государственных субсидий. В октябре 2024 г. Министерство торговли США объявило о выделении до 750 млн долл. в рамках Закона о чипах и науки для поддержки строительства завода. Дополнительно консорциум инвесторов во главе с *Apollo Global Management* предоставил компании ещё 750 млн долл. Также ожидается получение налоговых льгот на сумму около 1 млрд долл. в течение нескольких лет. Однако, несмотря на значительные инвестиции и поддержку со стороны государства, *WolfSpeed* сталкивается с финансовыми трудностями. Сообщается, что компания рассматривает возможность подачи заявления о банкротстве в соответствии с Главой 11 Кодекса о банкротстве США¹¹³ из-за долговых обязательств на сумму около 6,5 млрд долл.¹¹⁴;

– *EMP Shield Fab* – компания *EMP Shield* строит новый завод по производству микросхем в г. Берлингтон, штат Канзас. Общий объём инвестиций составляет 1,9 млрд долл. Завод будет расположен на территории индустриального парка *Silicon Prairie*. Планируется создание 4 производственных линий, способных выпускать тысячи микросхем в неделю. Проект предусматривает создание более 1,2 тыс. рабочих мест. Проект *EMP Shield* получил значительную поддержку от штата Канзас и подаёт заявку на получение федерального финансирования в рамках Закона о чипах и науке¹¹⁵;

¹¹² WolfSpeed tops out world's largest, most advanced silicon carbide facility alongside Senator Thom Tillis, Key Officials // WolfSpeed. 2024. URL: <https://www.wolfspeed.com/company/news-events/news/wolf-speed-tops-out-worlds-largest-most-advanced-silicon-carbide-facility-alongside-senator-thom-tillis-key-officials> (дата обращения 14.05.2025).

¹¹³ U.S. Code: Title 11 – Bankruptcy. URL: <https://www.law.cornell.edu/uscode/text/11> (дата обращения 12.05.2025).

¹¹⁴ WolfSpeed's massive chip plant enters final phase as company navigates uncertainties // Business Journal. 2025/ URL: <https://www.bizjournals.com/triangle/news/2025/02/05/wolf-speed-chips-semiconductor-plant-chatham-nc.html> (дата обращения 14.05.2025)

¹¹⁵ Kansas governor: \$1.9 billion, 1,200-job computer chip plant to be built in Coffey County // Kansas Reflector. 2023. URL: <https://kansasreflector.com/2023/02/20/kansas-governor-1-9-billion-1200-job-computer-chip-plant-to-be-built-in->

– *Global Wafer Fab* – компания *Global Wafers*, один из ведущих мировых производителей кремниевых пластин, реализует масштабный инвестиционный проект по строительству нового завода в г. Шерман, штат Техас. В июне 2022 г. *Global Wafers* объявила о планах инвестировать 5 млрд долл. в строительство завода по производству 300-миллиметровых кремниевых пластин в Шермане. Это первое подобное предприятие, построенное в США за последние 20 лет. Ожидается, что после выхода на полную мощность предприятие сможет производить более 1 млн пластин в месяц. Проект получил значительную поддержку от федерального правительства США в рамках Закона о чипах и науке¹¹⁶;

– *Texas Instruments Fab* – компания *Texas Instruments* осуществляет инвестиционный проект по расширению своего производственного комплекса в г. Ричардсон, штат Техас. В рамках этого проекта были построены два завода по производству 300-миллиметровых кремниевых пластин: *RFAB1* и *RFAB2*. *RFAB1* был открыт в 2009 г. и стал первым в мире аналоговым заводом по производству 300-миллиметровых пластин. *RFAB2* начал производство в сентябре 2022 г. и был соединён с *RFAB1*, образуя общий производственный комплекс. Оба завода совместно производят более 100 млн аналоговых микросхем в день, используемых в различных электронных устройствах¹¹⁷. Проект получил поддержку от федерального правительства США в рамках закона о чипах и науке. Кроме того, компания ожидает получения налоговых льгот на сумму от 6 до 8 млрд долл. для инвестиций в производство в США¹¹⁸;

coffey-county (дата обращения 14.05.2025).

¹¹⁶ GlobalWafers opens Texas wafer fab in Sherman, plans \$4bn additional US investment // DCD. 2025. URL: <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/globalwafers-opens-texas-wafer-fab-in-sherman-plans-4bn-additional-us-investment> (дата обращения 14.05.2025).

¹¹⁷ Richardson, Texas: 300mm wafer fabs // Texas Instruments. URL: <https://www.ti.com/about-ti/company/ti-at-a-glance/manufacturing/richardson.html> (дата обращения 14.05.2025).

¹¹⁸ Texas Instruments secures up to \$1.6 billion in funding for chip-manufacturing plants in Texas and Utah // Market Watch. 2024. URL: <https://www.marketwatch.com/story/texas-instruments-secures-up-to-1-6-billion-in-funding-for-chip-manufacturing-plants-in-texas-and-utah-b9941cb7> (дата обращения 14.05.2025).

– *NXP Fab* – компания *NXP Semiconductors* осуществляет деятельность в г. Остине, штат Техас, где располагаются два её производственных предприятия: *Oak Hill* и *Austin Technology and Manufacturing Center (ATMC)*. Эти заводы специализируются на выпуске микроконтроллеров, микропроцессоров, устройств управления питанием, радиочастотных передатчиков, усилителей и сенсоров. В 2023 г. *NXP* объявила о планах инвестировать около 290,8 млн долл. в модернизацию своих предприятий в Остине в рамках проекта под названием *Project Live Oak*. Предполагалось, что инвестиции будут распределены следующим образом: 148,6 млн в *Oak Hill* и 142,2 млн долл. в *ATMC*. В марте 2025 г. компания отказалась от реализации этого проекта, сославшись на сложности с получением федерального финансирования в рамках Закона о чипах и науке. Представитель *NXP* отметил, что после тщательной оценки возможностей финансирования и регуляторных аспектов было принято решение отозвать заявки на получение федеральных средств для расширения производства в США¹¹⁹. Хотя проект модернизации заводов в Остине был отменён, *NXP Semiconductors* продолжает активно участвовать в развитии полупроводниковой отрасли в Техасе, инвестируя в подготовку кадров и рассматривая новые возможности для расширения своей производственной базы;

– *Amkor ATP Factory* – компания *Amkor Technology* развивает инвестиционный проект по строительству нового завода по сборке и тестированию полупроводников в г. Пеория, штат Аризона. Общий объём инвестиций составляет около 2 млрд долл. Предприятие станет крупнейшим в США объектом по сборке и тестированию полупроводников и будет обслуживать основные отрасли, включая высокопроизводительные вычисления, автомобильную промышленность и телекоммуникации. Ожидается, что основным клиентом завода станет компания *Apple*, а также планируется сотрудничество с *TSMC*, чьи производственные

¹¹⁹ Chipmaker NXP ends Austin economic deal and \$290M plans, seeks new state project funding// Community Impact. 05.2025. URL: <https://communityimpact.com/austin/south-central-austin/government/2025/03/05/chipmaker-nxp-ends-austin-economic-deal-and-290m-plans-seeks-new-state-project-funding> (дата обращения 14.05.2025).

мощности находятся поблизости в г. Финиксе¹²⁰. В рамках федеральной программы Закона о чипах и науке проект получил прямое финансирование в размере до 400 млн долл. Выделенные средства будут направлены на поддержку строительства и оснащения завода, а также на создание около 2 тыс. рабочих мест в сфере производства¹²¹. Ожидается, что завод начнёт работу в 2026 г.;

– *Bosch Fab* – компания *Bosch* реализует инвестиционный проект по трансформации бывшего предприятия *TSI Semiconductors* в г. Розвилле, штат Калифорния, в современный завод по производству полупроводников на основе карбида кремния. Общий объём инвестиций составляет до 1,9 млрд долл., что делает данный проект крупнейшим в полупроводниковой отрасли Калифорнии за последние 30 лет¹²². Старт производству и тестированию чипов на основе карбида кремния на 200-миллиметровых пластинах планируется в 2026 г. Эти чипы обладают высокой энергоэффективностью и теплопроводностью, что делает их ключевыми компонентами для электромобилей, телекоммуникаций и энергетических систем. *Bosch* уже производит такие чипы на своём заводе в г. Ройтлингене (Германия) и теперь расширяет производство в США. В рамках федеральной программы Закона о чипах и науке *Bosch* подписала предварительное соглашение с Министерством торговли США о предоставлении до 225 млн прямого финансирования и 350 млн долл. в виде кредитов для поддержки проекта в Розвилле. Дополнительно компания получила налоговый кредит в размере 25 млн долл. от штата Калифорния¹²³.

¹²⁰ Amkor announces \$2 billion semiconductor facility in Peoria // Axios. 30.11. 2023. URL: <https://www.axios.com/local/phoenix/2023/11/30/amkor-2-billion-semiconductor-facility-peoria> (дата обращения 14.05.2025).

¹²¹ Biden-Harris Administration Announces CHIPS Incentives Award with Amkor to Bring End-to-End Chip Production to the U.S. // Amkor. 2024. URL: <https://amkor.com/blog/biden-harris-administration-announces-chips-incentives-award-with-amkor-technology-to-bring-end-to-end-chip-production-to-the-u-s/> (дата обращения 14.05.2025).

¹²² Bosch plans to invest \$1.5 billion in Roseville semiconductor manufacturer // Gold Country Media. 2023. URL: <https://goldcountrymedia.com/news/293322/bosch-plans-to-invest-15-billion-in-roseville-semiconductor-manufacturer> (дата обращения 14.05.2025).

¹²³ US reaches preliminary deal with Bosch for \$225 million in chip grants // Reu-

– *Analog Devices Fab* – компания *Analog Devices Inc.* осуществляет значительное расширение своего полупроводникового завода в г. Бивертоне, штат Орегон. Этот проект является частью стратегии компании по укреплению производственных мощностей в США. Объём инвестиций составил более 1 млрд долл. Планируется производство на 180 нм и более крупных технологических процессах¹²⁴;

– *Integra Technologies Fab* (г. Уичито, штат Канзас) – компания *Integra Technologies*, крупнейший в США поставщик услуг по сборке и тестированию полупроводников, объявила о планах строительства нового производственного комплекса в г. Уичито. Проект предусматривает инвестиции в размере 1,8 млрд долл. и получил одобрение на налоговые льготы и субсидии от штата Канзас в рамках программы «Привлечение эффективных экономических решений» на общую сумму 304 млн долл. Однако реализация проекта зависит от получения федерального финансирования в рамках Закона о чипах и науке. Срок подачи заявки на получение этих средств истёк 1 октября 2024 г., и на данный момент решение о предоставлении финансирования не принято¹²⁵. Несмотря на активную поддержку со стороны местных властей и общественности, строительство комплекса пока не началось. Компания *Integra Technologies* ожидает решения о федеральном финансировании, необходимом для начала реализации проекта¹²⁶.

ters. 12.2024. URL: <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/us-reaches-preliminary-deal-with-bosch-225-million-chip-grants-2024-12-13/> (дата обращения 14.05.2025).

¹²⁴ Department of Commerce announces preliminary terms with analog devices, Coherent Corp., Intelligent Epitaxy Technology, Inc. and Sumika Semiconductor Materials Texas Inc., to Strengthen U.S. Semiconductor Leadership // US Department of Commerce. 16.01.2025. URL: <https://www.commerce.gov/news/press-releases/2025/01/departement-commerce-announces-preliminary-terms-analog-devices-coherent> (дата обращения 14.05.2025).

¹²⁵ Incentive package expires for Kansas company awaiting federal funding for expansion // 12 News. 02.10.2024. URL: <https://www.kwch.com/2024/10/02/incentive-package-expires-kansas-company-awaiting-federal-funding-expansion/> (дата обращения 14.05.2025).

¹²⁶ Governor Kelly Announces Integra Technologies to Invest \$1.8B, Create Nearly 2,000 Jobs // Kansas Department of Commerce. 2023. URL: <https://www.kansascommerce.gov/integra/> (дата обращения 14.05.2025).

Таким образом, мы видим, что США переживают новую волну капитальных вложений в сектор полупроводников, вызванную геополитической необходимостью реиндустриализации, снижением зависимости от азиатских поставок и принятием Закона о чипах и науке. Объёмы инвестиций в отдельные проекты варьируются от 1,8 млрд до более чем 15 млрд долл., как в случае с проектом *Micron* в г. Бойсе (Айдахо). Большинство проектов фокусируются на 300-миллиметровых кремниевых пластинах и нанометровых узлах, актуальных для автомобильной, промышленной и оборонной электроники. Особое внимание уделяется производству полупроводников на основе карбида кремния. Некоторые предприятия ориентированы на финишные стадии производства – упаковка и тестирование (*Amkor*, *Integra*). Большинство проектов получило федеральную поддержку в рамках Закона о чипах и науке – суммы финансирования достигают сотен миллионов долларов (например, *Global Foundries* – 1,5 млрд, *Amkor* – 400 млн, *Analog Devices* – 105 млн). Также предоставляются налоговые льготы и субсидии на уровне штатов. Некоторые компании встретились с финансовыми или регуляторными барьерами, в частности, в *Wolfspeed* столкнулись с риском банкротства, несмотря на поддержку Закона о чипах и науке; *NXP* отменила проект из-за затруднений с привлечением федеральных субсидий; *Integra* отложила начало строительства в ожидании решения по федеральному финансированию.

Формирующийся в США производственный процесс в области полупроводников представляет собой комплексное восстановление цепочек поставок – от выпуска пластин до сборки и тестирования. Это стратегически важный сдвиг на фоне глобальной конкуренции с Китаем и Тайванем.

ГЛАВА 2. ЕВРОПЕЙСКИЙ СОЮЗ: ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ И УКРЕПЛЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

Внимание европейских политиков к отрасли полупроводников начало расти вследствие активизации соперничества США и Китая, а также в результате снижения доли ЕС на глобальном

рынке микроэлектроники. Принятие Закона о чипах ЕС фактически стало ответом на увеличение интереса США к производству чипов. Ещё в марте 2020 г. в Новой промышленной стратегии Европейской комиссии не было ни одного упоминания о полупроводниках или микросхемах, а «микроэлектроника» упоминалась лишь вскользь как одна из нескольких «ключевых технологий». Однако уже в июле 2020 г. на Ганноверской ярмарке Тьерри Бретон, на тот момент комиссар ЕС по вопросам внутреннего рынка, поднял вопрос о необходимости для Европы увеличить инвестиции в передовое производство полупроводников: «Мы должны ясно понимать: без автономного европейского потенциала в области микроэлектроники не будет и европейского цифрового суверенитета. Пять лет назад на ЕС приходилось 6% мирового производства. Сегодня доля Союза выросла до 10% благодаря инициативе “Электронные компоненты и системы для европейского лидерства”¹²⁷, которая сыграла важную роль в обращении этой тенденции вспять. (...) Но остановить спад недостаточно. Теперь мы должны инвестировать огромные средства с целью выпускать в Европе высокопроизводительные процессоры (с размером элемента 2–3 нм) и достичь 20% мировых объёмов в стоимостном выражении»¹²⁸. Фактически с этого момента в ЕС начались дискуссии относительно необходимости выводить производство полупроводников на высокий уровень с использованием новейших технологий.

В марте 2021 г. Европейский союз поставил цель расширить свою долю в мировых мощностях по производству полупроводников¹²⁹. В Цифровом компасе 2030 г. Европейская комиссия (ЕК) упоминает только одну цель в области полупроводни-

¹²⁷ Англ. *Electronic Components and Systems for European Leadership* – совместная европейская технологическая инициатива, учреждённая в рамках программы «Горизонт 2020» с целью развития и укрепления европейской экосистемы в области проектирования и производства электронных компонентов и систем.

¹²⁸ Speech by Commissioner Thierry Breton at Hannover Messe Digital Days / European Commission. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/SPEECH_20_1362 (дата обращения 04.04.2025).

¹²⁹ Europe's Digital Decade: digital targets for 2030. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_en (дата обращения 03.04.2025).

ков: «Производство передовых и устойчивых полупроводников в Европе, включая процессоры, должно составлять не менее 20% мирового производства по стоимости»¹³⁰.

В мае 2021 г. Еврокомиссия опубликовала документ «Обновление новой промышленной стратегии 2020 года: создание более сильного единого рынка для восстановления Европы»¹³¹, в котором ещё раз было подчёркнуто, что «промышленный альянс по процессорам и полупроводниковым технологиям» будет запущен во II квартале 2021 года¹³². Пока что этот альянс так и не был реализован. Одной из причин является разногласие по поводу того, кому следует разрешить вступать в альянс: только компаниям со штаб-квартирой в ЕС или также иностранным компаниям.

В сентябре 2021 г. председатель Еврокомиссии Урсула фон дер Ляйен обратила внимание на рост потребности в полупроводниках и важности этой отрасли для экономики ЕС: «Нет цифровой экономики без чипов. И пока мы говорим, целые производственные линии уже работают на пониженной скорости, несмотря на растущий спрос, из-за нехватки полупроводников. (...) Мы зависим от современных чипов, произведённых в Азии. Так что это не только вопрос нашей конкурентоспособности. Это также вопрос технологического суверенитета»¹³³. Она поставила перед ЕС задачу создать европейскую экосистему производителей, которая включала бы также и производство.

В 2022 г. Европейский союз инициировал исследование, целью которого было выявление текущих характеристик и пер-

¹³⁰ 2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade. URL: <https://eufordigital.eu/wp-content/uploads/2021/03/2030-Digital-Compass-the-European-way-for-the-Digital-Decade.pdf> (дата обращения 03.04.2025).

¹³¹ Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions // Eur-Lex. 2021. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A52021DC0350> (дата обращения 03.04.2025).

¹³² Updating the 2020 New Industrial Strategy: building a stronger single market for Europe's recovery. URL: https://commission.europa.eu/document/download/9ab0244c-6ca3-4b11-bef9-422c7eb34f39_en?filename=communication-industrial-strategy-update-2020_en.pdf (дата обращения 03.04.2025)/

¹³³ 2021 State of the Union Address by President von der Leyen. EU. September 2021. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/speech_21_4701 (дата обращения 10.03.2025),

спектив развития полупроводниковой отрасли в регионе. В рамках данного исследования были опрошены представители 141 компании, задействованной как в производстве полупроводников, так и в смежных отраслях.

Результаты опроса свидетельствуют о том, что европейские производители ожидают существенного увеличения спроса на полупроводниковые пластины к 2026 г. Около 80% респондентов указали, что применяют кремниевые пластины, тогда как 18% отдали предпочтение пластинам на основе составных компонентов. При этом более половины (53%) компаний сообщили о закупке пластин за пределами ЕС, что указывает на высокую степень внешней зависимости в данном сегменте цепочки создания стоимости.

Сходные ожидания роста были зафиксированы и среди потребителей чипов, применяемых в конечной продукции. Они прогнозируют значительное увеличение спроса на микросхемы к 2030 г. В период 2022–2024 гг. наибольшая доля потребности приходилась на чипы, изготовленные по технологическим нормам 65–90 нм, доля которых достигала до 80% от общего объёма. В то же время спрос на чипы с топологией менее 28 нм оставался на уровне около 2%. Тем не менее общий вектор развития отрасли демонстрирует тенденцию к постепенному смещению интереса в сторону более современных и миниатюрных решений, что отражает глобальную тенденцию на усложнение и повышение функциональности полупроводниковых устройств¹³⁴.

Отдельные страны ЕС после 2023 г. направили инвестиции в отрасль. В частности, Германия выделила компании *TSMC* 5 млрд евро на строительство завода в Дрездене¹³⁵; 10 млрд евро субсидий немецкое правительство дало компании *Intel* на строительство двух предприятий¹³⁶. Польское правительство предо-

¹³⁴ European Chips Survey Report. European Commission, July 2022. URL: <https://operationnels.com/wp-content/uploads/2023/05/EUROPEAN-CHIPS-SURVEY-REPORT-JULY-2022.pdf> (дата обращения 03.04.2025).

¹³⁵ TSMC Starts Building Its First European Chip Plant // Global Finance. 2024. URL: <https://gfmag.com/technology/tsmc-chip-plant-germany/> (дата обращения 03.04.2025).

¹³⁶ Дмитриев Д.А. Гл. 4. Проекты в микроэлектронике: наперекор деиндустриализации // Германия. 2024 / отв. ред. В.Б. Белов. М.: ИЕ РАН, 2025. С. 72.

ставило *Intel* субсидии на организацию инфраструктуры для сборки, тестирования и упаковки¹³⁷. Наконец правительство Франции обеспечило компаниям *GlobalFoundries* и *STMicroelectronics NV* 2,9 млрд евро на строительство производства на Юге страны¹³⁸.

Закон ЕС о чипах был принят в 2023 г. с целью развития данной отрасли. Этот документ разрабатывался в ускоренном режиме на фоне дефицита полупроводников в 2021 г. Основные цели, заявленные в рамках рассматриваемой инициативы:

- развитие конкурентоспособности отрасли в ЕС;
- снижение зависимости отрасли от внешних третьих стран;
- обеспечение устойчивости производства к внешним рискам и дестабилизирующим факторам;
- поддержка инноваций и научных разработок, уменьшение разрыва между передовыми разработками и физическим производством;
- развитие сотрудничества внутри ЕС в области разработки, обмена знаниями.

Закон о чипах ЕС представляет собой комплексную законодательную инициативу, направленную на формирование единой и устойчивой экосистемы в сфере проектирования, производства и внедрения полупроводниковых технологий на территории Евросоюза (табл. 6). Он призван обеспечить технологический суверенитет, повысить конкурентоспособность европейской микро электронной отрасли и минимизировать стратегические риски, связанные с внешней зависимостью.

Ключевым институциональным элементом регулирования становится создание Европейского совета по полупроводникам¹³⁹, в состав которого входят представители государств-членов и Европейской комиссии. Совет будет выполнять координа-

¹³⁷ Intel halts \$4.6bn Polish fab as construction machinery arrives on site // Global Construction Review. 2024. URL: <https://www.globalconstructionreview.com/intel-halts-4-6bn-polish-fab-as-construction-machinery-arrives-on-site/> (дата обращения 03.04.2025).

¹³⁸ Semiconductors: The key to France's industrial sovereignty? // BPIFrance. 2023. URL: <https://www.bpifrance.com/2023/10/25/semiconductors-the-key-to-frances-industrial-sovereignty/> (дата обращения 03.04.2025).

¹³⁹ Англ. *European Semiconductor Board*.

Таблица 6

Основные структурные аспекты Закона о чипах ЕС

Направление инициативы	Содержание
Цель	Обеспечение технологического суверенитета, повышение конкурентоспособности и минимизация стратегических рисков в отрасли полупроводников
Координирующий орган	Европейский совет по полупроводникам – координация, мониторинг, рекомендации по международному сотрудничеству
Нормативно-правовая база	Создание единой правовой архитектуры ЕС в области полупроводников и взаимодействие с третьими странами
НИОКР и инновации	Формирование сети центров компетенций в странах ЕС, виртуальная платформа для цифрового проектирования чипов, поддержка стартапов и исследований
Финансовые инструменты	Специализированный Фонд полупроводников – гранты и венчурные инвестиции; создание Европейского консорциума инфраструктуры полупроводников
Производственная инфраструктура	Создание двух типов заводов: открытые (доступные для сторонних заказов) и интегрированные (для собственной продукции), приоритетный доступ к пилотным линиям
Стратегическое планирование	Стратегическое картирование отрасли: анализ зависимости от внешних поставок, ресурсов, оборудования и рабочей силы
Система мониторинга	Разработка перечня индикаторов и система оперативного мониторинга рисков: сроки поставок, цены, доступность компонентов, влияние ЧС и политик

Источник: Regulation (EU) 2023/1781 of the European Parliament and of the Council of 13 September 2023 establishing a framework of measures for strengthening Europe's semiconductor ecosystem and amending Regulation (EU) 2021/694 (Chips Act) URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AAOJ.L_2023.229.01.0001.01.ENG (дата обращения 09.05.2025).

ционные и консультативные функции, включая мониторинг выполнения положений Закона и выработку рекомендаций по международному сотрудничеству в отрасли.

Одним из приоритетов документа является формирование общей нормативной и технологической базы ЕС. Закон предполагает создание интегрированной правовой архитектуры, объединяющей усилия национальных и наднациональных структур, а также взаимодействие с третьими странами для минимизации угроз разрыва цепочек создания стоимости.

Для стимулирования инновационной деятельности и развития НИОКР предполагается создание сети центров компетенций во всех государствах – членах ЕС. Эти центры будут спо-

способствовать распространению передовых знаний, развитию исследовательских программ и поддержке стартапов. Дополнительно будет запущена виртуальная платформа проектирования полупроводников, обеспечивающая доступ к инструментам цифрового прототипирования для всех участников инновационной экосистемы ЕС.

Финансовая поддержка развития отрасли будет осуществляться через специализированный Фонд чипов, предназначенный для предоставления грантов и привлечения венчурных инвестиций в рискованные технологические проекты. Одновременно создаётся Европейский консорциум инфраструктуры чипов¹⁴⁰, функционирующий в качестве юридического лица, уполномоченного координировать запросы на финансирование в рамках инициативы. В состав консорциума должны входить как минимум три участника из различных стран – членов ЕС, включая как государственные, так и частные юридические лица.

Отдельное внимание уделяется развитию производственной инфраструктуры: предусматривается создание двух типов заводов – открытых и интегрированных.

С целью обеспечения устойчивости и предотвращения дефицита полупроводников вводится механизм стратегического картирования отрасли. Он включает анализ зависимости от внешних поставок, оценки доступности сырья, технологического оборудования и трудовых ресурсов, а также идентификацию критических узлов в цепочках поставок. Дополнительно Еврокомиссия разрабатывает систему индикаторов для оперативного мониторинга состояния отрасли, включая изменение сроков поставок, доступность компонентов и оборудования, ценовые колебания и последствия стихийных, экономических или политических потрясений.

Таким образом, Закон о чипах ЕС представляет собой многослойную институциональную и технологическую платформу, направленную на укрепление автономности, интеграции и инновационного лидерства Евросоюза в одной из ключевых отраслей высоких технологий.

Анализ Закона о чипах, проведённый аналитиками, показы-

¹⁴⁰ Англ. *European Chips Infrastructure Consortium, ECIC*.

вает, что документ имеет как сильные, так и слабые стороны¹⁴¹. В качестве сильных сторон отмечают ряд серьёзных и важных институциональных решений по созданию специальных органов взаимодействия и координации, внедрению стратегического картирования и виртуального прототипирования полупроводников, развитию механизмов финансовой поддержки и приоритетного доступа предприятий к производству и инновациям.

С другой стороны, Закон о чипах создавался, скорее, как ответ на инициативы и политику США, создавался быстро, поэтому не имеет чётко очерченного стратегического целеполагания. Формулировка положений в рамках закона основывается на кризисах, типичных для периода пандемии ковида и не соответствует текущим глобальным вызовам и угрозам. В законе отсутствует сильный аргумент в пользу расширения государственных затрат на отрасль, в отличие от серьёзной мотивации США и Китая, которые ведут «торговую и технологическую войну» за глобальное технологическое лидерство. В этой связи эксперты оценивают Закон о чипах ЕС как набор интересных и полезных идей и инициатив, но не как долгосрочный стратегической документ с чётко обозначенными политическими целями¹⁴².

В рамках как наднационального уровня ЕС, так и национальных стратегий государств-членов остаётся нерешённой ключевая задача – институциональное и экономическое обоснование поддержки полупроводниковой отрасли. Несмотря на активизацию инициатив, в ряде стран-членов наблюдается неопределённость в вопросах приоритетов, масштабов и ожидаемых эффектов от государственной интервенции в данный сектор. Это указывает на продолжающийся поиск консенсуса относительно стратегической роли полупроводников в структуре будущего экономического роста и технологической независимости региона. На данном этапе эксперты ЕС предлагают ориентироваться на опыт Японии, которая поставила перед собой стратегическую цель – удержать монополию ряда своих предприятий

¹⁴¹ Kleinhans J.P. The Missing Strategy in Europe's Chip Ambitions. Member States must drive the next steps. 30.07.2024. URL: <https://www.interface-eu.org/publications/europe-semiconductor-strategy> (дата обращения 03.04.2025).

¹⁴² Ibid.

в глобальных цепочках создания стоимости. Похожую цель может поставить перед собой ЕС, учитывая тот факт, что при масштабном развёртывании потенциала стран Азии и активизации США в этой области существует риск выпасть из списка ключевых игроков. В этой связи достаточно спорной выглядит цель ЕС достичь 20% доли на глобальном рынке полупроводников, поскольку простое следование этому показателю не способно обеспечить безопасность и стабильность цепочек создания стоимости ЕС. На это существует несколько причин.

Во-первых, полупроводники имеют разное применение и зависят от специализированного производства. Даже если бы ЕС достиг своей цели по увеличению доли в мировых мощностях по производству микросхем до 20%, он всё равно сохранил бы зависимость от иностранных фабрик в отношении большинства производственных технологий.

Во-вторых, современные сложные продукты, такие как автомобили, смартфоны и банкоматы, зависят от различных типов чипов, включая чипы памяти, микроконтроллеры, регуляторы напряжения и процессоры, которые обычно поставляются со всего мира. Даже если только несколько из этих чипов недоступны, продукт не может быть завершён¹⁴³.

В связи с этим логично предположить, что ЕС мог бы сделать основной акцент на сохранении устойчивости поставок и цепочек создания стоимости. Но поскольку субсидии стран-членов в основном направляются на создание производственных предприятий, Европа по-прежнему будет полагаться на Азию в деле переработки и завершения процессов сборки.

Важно учитывать, что внутри ЕС также существует специализация по странам: Германия, Франция и Италия имеют значительные мощности по изготовлению кремниевых пластин, Бельгия и Нидерланды не имеют производственных мощностей, но на их территории располагаются ведущие научно-исследовательские и технологические организации, а также поставщики оборудования. Поэтому ЕС поставил перед собой задачу – провести детальное стратегическое картирование своих возможностей и потребностей в полупроводниках и сопутствующих тех-

¹⁴³ Ibid.

нологических процессах.

Отдельный интерес вызывает позиция бизнес-ассоциаций в отношении развития отрасли. Европейская ассоциация полупроводниковой промышленности (ЕАПП)¹⁴⁴ призывает ЕС к масштабным и долгосрочным инвестициям в НИОКР. Один из ключевых моментов, связанных с необходимостью государственной поддержки отрасли полупроводников заключается в том, что отрасль требует больших вложений как в исследования и создание новых образцов, так и по причине очень высокой стоимости создания заводов по производству чипов.

При этом государству и лоббистам отрасли важно выявить и чётко обозначить интересы общества, на основе которых станут оправданы государственные инвестиции в отрасль. Отметим, что в Законе о чипах ЕС в качестве такого интереса сделан акцент на критической важности полупроводников для производства оборудования в области медицины.

Развитие высокотехнологичного сектора, в частности полупроводниковой промышленности, невозможно без активного участия государства в создании благоприятных условий для инновационной деятельности. В этом контексте ЕАПП подчёркивает необходимость проведения последовательной индустриальной политики, ориентированной на стимулирование роста и поддержку отрасли. Согласно позиции Ассоциации, для достижения амбициозной цели по обеспечению 20%-ной доли ЕС на мировом рынке полупроводников к 2030 г. требуются незамедлительные институциональные меры. В рамках текущей ситуации планы по достижению заявленного показателя представляются труднодостижимыми.

В числе основных факторов, препятствующих динамичному развитию сектора в Европе, выделяются фрагментарность регуляторной среды, противоречивость политических сигналов, а также избыточная административная нагрузка на участников отрасли. Эти обстоятельства, по мнению Ассоциации, существенно ослабляют позиции ЕС в глобальной конкурентной борьбе. В связи с этим выдвигается требование к Еврокомиссии обеспечить более тесное взаимодействие с представителями промыш-

¹⁴⁴ Англ. *European Semiconductor Industry Association, ESIA*.

ленности, в т.ч. путём их интеграции в работу Европейского совета по полупроводникам, что позволит учитывать интересы отраслевых акторов в процессе выработки стратегических решений.

Обеспечение конкурентоспособности в полупроводниковой отрасли напрямую зависит от способности к масштабированию производственных и сбытовых процессов. С точки зрения ЕАПП, коммерчески успешные проекты в данной сфере, как правило, стартуют с объёмов реализации, превышающих 500 млн единиц продукции. Внутренний рынок Евросоюза, в силу своих количественных ограничений, не обладает достаточной ёмкостью для формирования столь масштабного спроса.

В этом контексте Ассоциация акцентирует внимание на необходимости активизировать внешнеэкономическое взаимодействие и расширить международную кооперацию. В качестве приоритетных партнёров по развитию трансграничных цепочек добавленной стоимости и сбыта рассматриваются США, Япония и Южная Корея – государства, обладающие как развитой производственной инфраструктурой, так и высоким уровнем технологической взаимодополняемости с европейской индустрией.

В области инноваций и разработок Ассоциация призывает применять механизмы государственно-частного партнёрства, усилить кооперацию между организациями по разработке и исследованиям, а также внедрению в производство.

В качестве одного из важнейших вызовов для индустрии в ЕС называют недостаток квалифицированных специалистов. Новые производства в ближайшее время потребуют от 10 до 15 тыс. новых сотрудников. Прогнозируется, что к 2030 г. в ЕС будет не хватать до 75 тыс. сотрудников¹⁴⁵. В этой связи Ассоциация призывает вкладываться в образовательные программы для отрасли полупроводников, создание специального набора образовательных программ и предметов, которые необходимо внедрить в школах в рамках программ Эразмус+ и «Цифровая Европа».

Европейская ассоциация производителей полупроводников в 2024 г. выразила свою позицию в отношении доклада под ре-

¹⁴⁵ Ibid.

дакцией Марио Драги «Будущее европейской конкурентоспособности»¹⁴⁶. В докладе отмечается, что ЕС сталкивается с агрессивной промышленной политикой третьих стран в области высоких технологий (в частности, полупроводников) и критически важных ресурсов (например, редкоземельных металлов)¹⁴⁷. В этой связи авторы доклада призывают обезопасить европейские цепочки создания стоимости в области критически важных технологий.

Полупроводники названы в докладе «ключевым фактором и средством создания стоимости в электронной промышленности, а также стратегическим элементом безопасности и промышленной мощи Европы во всех секторах»¹⁴⁸. В докладе отмечается, что, несмотря на существенные достижения Евросоюза в отрасли, а также монопольные позиции по отдельным направлениям, пока в ЕС всё же нет фабрик по производству полупроводников меньше 22 нм. В этой связи, по оценкам, приведённым в докладе, в ближайшие десятилетия первенство в отрасли будут занимать компании, которые занимаются разработкой и проектированием полупроводников, а также вкладываются в исследования для создания передовых новейших образцов продукции. Таким образом, отрасли будет сложно выжить без государственной поддержки, в первую очередь на НИОКР. Предполагается, что Закон о чипах ЕС будет способствовать созданию в ЕС фабрик по производству чипов в технологии 2 нм.

В докладе отмечается, что ЕС выделяет в два раза меньше средств (5,8 млрд евро, т.е. 6,7 млрд долл.) на исследования и разработки по сравнению с США (11 млрд долл.)¹⁴⁹. Помимо

¹⁴⁶ ESIA's position on Mario Draghi's Report «The future of European competitiveness». Brussels, 25.11.2024 // European Semiconductor Industry Association. November 2024. URL: https://www.eusemiconductors.eu/sites/default/files/ESIA_POSITION%20PAPER_Draghi%20report_251124_final.pdf (дата обращения 04.04.2025).

¹⁴⁷ The future of European competitiveness. Part B | In-depth analysis and recommendations. URL: https://commission.europa.eu/document/download/ec1409c1-d4b4-4882-8bdd-3519f86bbb92_en?filename=The%20future%20of%20European%20competitiveness_%20In-depth%20analysis%20and%20recommendations_0.pdf (дата обращения 04.04.2025).

¹⁴⁸ Ibid. P. 68.

¹⁴⁹ Ibid. P. 88.

этого, отмечается политическая проблема, связанная с отсутствием в Европе крупных игроков в области создания продукции электроники для конечного пользователя – в связи с этим предприятиям сложно прогнозировать спрос на полупроводники. При этом привлечение внешних компаний в Европу чревато соперничеством за европейские субсидии и ухудшением положения европейских компаний. На основании описанных в докладе сложностей, его авторы призывают к формированию более скоординированной политики в области полупроводников для согласования исследований и объёмов спроса на продукцию, а также в деле распределения субсидий для поддержки конкретных этапов производства¹⁵⁰.

В связи с предложениями, высказанными в докладе, ЕАПП поддерживает идею разработки новой стратегии в области полупроводников и пересмотра Закона ЕС о чипах. Предлагается снизить стратегическую зависимость от поставок полупроводников, сделать особый акцент на развитии цепочек создания стоимости в отрасли. Дополнительными факторами, усиливающими отрасль, должны стать снижение дефицита кадров, международное сотрудничество и усиление энергетических систем¹⁵¹.

В Ассоциации нашло поддержку предложение по созданию специального бюджета ЕС для нужд индустрии полупроводников. Предлагается выделить бюджеты на:

- 1) разработку и поддержку ведущих вузов и исследовательских центров;
- 2) развитие, увеличение доли на глобальном рынке и достижение устойчивого развития;
- 3) производство (создание промышленного продукта).

Разделение финансирования на три отдельных бюджета направлено на устранение конфликта интересов между ними, который ранее проявлялся в конкуренции за ограниченные ресурсы государственной поддержки.

¹⁵⁰ Ibid. P. 89.

¹⁵¹ ESIA's position on Mario Draghi's Report «The future of European competitiveness». Brussels, 25 November 2024 // European Semiconductor Industry Association. November 2024. URL: https://www.eusemiconductors.eu/sites/default/files/ESIA_POSITION%20PAPER_Draghi%20report_251124_final.pdf (дата обращения 04.04.2025)

В докладе предлагается план ЕС по квантовым чипам, финансирование испытательных лабораторий для чипов с производственными процессами менее 7 нм и для внутреннего производства. Для снижения риска нехватки кадров М. Драги предлагает упрощение визовых процедур для неграждан ЕС и новых возможностей для учёных. Все эти инициативы ЕАПП считает полезными. При этом предложение ввести дополнительную сертификацию чипов критикуется Ассоциацией, т.к. может вызвать дополнительные барьеры и снизить конкурентоспособность рынка. К тому же остаётся чувствительным вопрос высоких цен на энергоносители, что снижает конкурентоспособность отрасли в ЕС.

12 марта 2025 г. 9 государств – членов ЕС (Австрия, Бельгия, Финляндия, Франция, Германия, Италия, Польша, Испания и Нидерланды) подписали Соглашение о создании Полупроводниковой коалиции¹⁵². Предполагается, что данный шаг будет способствовать дальнейшему развитию экосистемы полупроводников в рамках Союза¹⁵³. Страны также выпустили совместное заявление¹⁵⁴, в котором призвали усилить внимание в отношении следующих направлений развития индустрии полупроводников в ЕС:

- 1) участие государств – членов ЕС в ключевых стадиях цепочек создания стоимости, которые формируются в индустрии полупроводников;
- 2) развитие новых, надёжных и пригодных для коммерциализации технологии;
- 3) усиление позиций ЕС в текущих производственных процессах и расширение присутствия Союза в новых областях;
- 4) стимулирование и ускорение процессов коммерциализации результатов исследований.

Участники Коалиции поставили перед собой цель – усилить

¹⁵² Англ. *Semiconductor Coalition*.

¹⁵³ Strengthening Europe's Semiconductor Future // European Commission. 2025. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/strengthening-europes-semiconductor-future> (дата обращения 11.04.2025).

¹⁵⁴ European countries agree to strengthen position in global semiconductor industry. 12.03.2025. URL: <https://open.overheid.nl/documenten/0d1e7993-48e0-4924-af87-0dc697184795/file> (дата обращения 11.04.2025).

конкурентоспособность ЕС в отрасли, обеспечить бесперебойную работу цепочек создания стоимости, разрабатывать новые технологии и поддерживать стартапы, а также координировать усилия в этой отрасли.

Примечательно, что Еврокомиссия позитивно отреагировала на сам факт создания Коалиции, рассматривая это в качестве дополнительной мотивации для других государств – членов ЕС, а также как государственных, так и частных «игроков» отрасли. Отметим, что подписанная Декларация не накладывает каких-либо обязательств на подписантов.

Отдельные страны ЕС разрабатывают проекты по развитию отрасли и строительству новых производственных мощностей. Приведем список планируемых фабрик и производств по сборке полупроводников в Европе:

- полупроводниковый завод *Global Foundries Fab 1*, расположенный в г. Дрездене (Германия), представляет собой один из крупнейших и наиболее технологически продвинутых производственных комплексов в Европе. С момента основания в *Fab 1* было инвестировано более 12 млрд долл. В 2023 г. было объявлено о планах инвестировать дополнительно 8 млрд долл. с целью удвоения производственных мощностей к 2030 г. Эти инвестиции направлены на удовлетворение растущего спроса на полупроводниковые изделия в различных отраслях, включая автомобильную промышленность, интернет вещей и искусственный интеллект¹⁵⁵;

- *Intel Fab* (г. Магдебург, Германия). В марте 2022 г. корпорация *Intel* объявила о планах инвестировать более 30 млрд евро в строительство двух передовых фабрик по производству микросхем в Магдебурге. Проект, получивший название *Silicon Junction*, был призван укрепить позиции Европы в глобальной полупроводниковой индустрии и создать около 3 тыс. высококвалифицированных рабочих мест¹⁵⁶. В ноябре 2024 г. было приня-

¹⁵⁵ Executive perspective: 22FDX: ramping new silicon in Old Saxony // Global foundries. 06.04.2012. URL: <https://gf.com/blog/executive-perspective-22fdx-ramping-new-silicon-old-saxony/> (дата обращения 14.04.2025).

¹⁵⁶ Intel spends \$33 billion in Germany in landmark expansion // Reuters. 19.06.2023. URL: <https://www.reuters.com/technology/berlin-sign-agreement-with-intel-after-chip-plant-talks-2023-06-19> (дата обращения 14.04.2025).

то решение отложить реализацию проекта на 2 года¹⁵⁷. Основными причинами задержек стали рост затрат на энергоносители и материалы, а также необходимость пересмотра технологических решений в условиях снижения глобального спроса на микросхемы. Планируется, что завод будет оснащён передовыми производственными мощностями, способными выпускать микросхемы с использованием технологий, превосходящих текущий 18А-процесс *Intel*¹⁵⁸, включая производство чипов с технологическим узлом порядка 1,5 нм;

– *Microelectronics, Global Foundries Fab* (коммуна Кроль, Франция). В июле 2022 г. компании *Global Foundries* и *STMicroelectronics* подписали меморандум о взаимопонимании, предусматривавший строительство совместного завода по производству 300-миллиметровых кремниевых пластин в Кроле, рядом с существующим предприятием *STMicroelectronics*. Проект получил значительную финансовую поддержку со стороны французского государства в размере 2,9 млрд евро, что составляет часть общей суммы инвестиций в 7,5 млрд евро¹⁵⁹. Реализация проекта была отложена, т.к. инвесторы переориентировали своё внимание на проекты в Китае¹⁶⁰;

– *Aledia Fab* (коммуна Шампанье, Франция) анонсировала запуск линии по производству нового типа дисплеев. К началу

¹⁵⁷ Intel's postponement of the Magdeburg fab was made in «close coordination» with the German state – the company will reevaluate the project in two years to decide its final fate // TomsHardware. November 2024. URL: <https://www.tomshardware.com/tech-industry/semiconductors/intels-postponement-of-the-magdeburg-fab-was-made-in-close-coordination-with-the-german-state-the-company-will-re-evaluate-the-project-in-two-years-to-decide-its-final-fate> (дата обращения 14.04.2025).

¹⁵⁸ 18А-процесс компании *Intel* – это один из наиболее передовых технологических узлов, который разрабатывается в рамках дорожной карты *Intel* по возврату технологического лидерства в микроэлектронике. Обозначение 18А расшифровывается как *18-ångström node*, что соответствует размеру транзистора примерно 1,8 нм (1 ångström = 0,1 нм).

¹⁵⁹ STMicroelectronics and GlobalFoundries to build wafer fab in France // The Register. 11.07.2022. URL: https://www.theregister.com/2022/07/11/stmicroelectronics_globalfoundries_france_fab_build/ (дата обращения 14.04.2025).

¹⁶⁰ Europe's chip ambitions falter: STMicroelectronics, GF shelve fab plans, turn to China // DigiTimes Asia. 10.01.2025. URL: <https://www.digitimes.com/news/a20250110PD218/globalfoundries-fab-europe-st-joe-biden.html> (дата обращения 14.04.2025).

2025 г. завод *Aledia* в Шампанье был полностью построен и введен в эксплуатацию. Производственные мощности предприятия позволяют обрабатывать до 5 тыс. кремниевых пластин в неделю, что соответствует приблизительно 20 тыс. пластин в месяц;

– *Infineon Smart Power Fab* (г. Дрезден, Германия) планируется к запуску осенью 2026 г. Общий объем инвестиций составляет 5 млрд евро. Завод будет специализироваться на производстве силовых полупроводников и аналоговых/смешанных сигнальных компонентов на 300-миллиметровых кремниевых пластинах. Продукция будет использоваться в автомобильной промышленности, возобновляемых источниках энергии, центрах обработки данных и других отраслях¹⁶¹;

– *TSMC, Infineon, Bosch, NXP Fab* (г. Дрезден, Германия). Проект строительства полупроводникового завода в Дрездене, реализуемый совместно компаниями *TSMC, Bosch, Infineon* и *NXP*, находится в активной фазе реализации. Ожидается, что предприятие будет введено в эксплуатацию к концу 2027 г. Проект стартовал в августе 2023 г. – было объявлено о создании совместного предприятия *European Semiconductor Manufacturing Company (ESMC)*, в котором *TSMC* владеет 70% акций, а *Bosch, Infineon* и *NXP* – по 10% каждая. Общий объем инвестиций составляет более 10 млрд евро, из которых до 5 млрд предоставлены в виде государственной поддержки со стороны Германии и Европейского союза. Завод будет специализироваться на производстве 300-миллиметровых кремниевых пластин с использованием технологических процессов *TSMC*. Планируется, что производственная мощность составит 40 тыс. пластин в месяц¹⁶²;

– *ST Microelectronics SiC Factory* (г. Катания, Италия). Проект строительства завода по производству карбида кремния компании *STMicroelectronics* в Катании находится в активной стадии реализации. Ожидается, что производство 200-миллиметро-

¹⁶¹ Smart power fab in Dresden secures EU approval// Power Electronics News. 15.05.2025. URL: <https://www.powerelectronicsnews.com/smart-power-fab-in-dresden-secures-eu-approval/> (дата обращения 14.04.2025)/

¹⁶² TSMC, Bosch, Infineon and NXP: Planned joint venture brings advanced semiconductor manufacturing to Europe // Silicon Saxony. 8/08.2023. URL: <https://silicon-saxony.de/en/tsmc-bosch-infineon-and-nxp-planned-joint-venture-brings-advanced-semiconductor-manufacturing-to-europe/> (дата обращения 14.04.2025).

вых пластин на основе карбида кремния начнётся в IV квартале 2025 г., с последующим выходом на полную мощность к 2033 г.¹⁶³ Общий объём инвестиций в проект составляет около 5 млрд евро, из которых 2 млрд предоставлены итальянским государством в рамках Европейского закона о чипах¹⁶⁴;

– *Intel ATP Factory* (г. Вроцлав, Польша). Проект строительства завода *Intel* по сборке и тестированию полупроводников вблизи Вроцлава был официально анонсирован в июне 2023 г. Предполагалось, что инвестиции составят до 4,6 млрд долл., а запуск производства намечен на 2027 г.¹⁶⁵ В сентябре 2024 г. *Intel* объявила о приостановке реализации проекта на срок до двух лет. Причинами стали финансовые трудности компании, включая необходимость сокращения расходов на 10 млрд долл., а также снижение глобального спроса на микросхемы¹⁶⁶. Проект получил одобрение Европейской комиссии на предоставление государственной поддержки в размере 1,9 млрд долл. в период с 2024 по 2026 г.¹⁶⁷ Завод во Вроцлаве должен был стать частью европейской цепочки создания стоимости в области полупроводников, дополняя существующее производство в Ирландии и планируемое предприятие в Магдебурге.

На основании анализа текущих инициатив по строительству и развитию полупроводниковых производств в странах ЕС можно сформулировать следующие выводы, отражающие тен-

¹⁶³ ST to build a new 8-Inch SiC facility in Italy with EUR 5 Billion // Trend Force. 04.06.2024. URL: <https://www.trendforce.com/news/2024/06/04/news-st-to-build-a-new-8-inch-sic-facility-in-italy-with-eur-5-billion/> (дата обращения 14.04.2025).

¹⁶⁴ STMicroelectronics to build the world's first fully integrated silicon carbide facility in Italy // ST News. 31.05.2025. URL: <https://newsroom.st.com/media-center/press-item.html/c3262.html> (дата обращения 14.04.2025).

¹⁶⁵ Intel plans assembly and test facility in Poland // Intelligent CIO. 22.06.2023. URL: <https://www.intelligentcio.com/eu/2023/06/22/intel-plans-assembly-and-test-facility-in-poland/> (дата обращения 14.04.2025).

¹⁶⁶ Intel postpones semiconductor plant projects in Poland and Germany by one year due to financial challenges // Do it in Poland. 16.09.2024. <https://doitinpoland.com/intel-postpones-semiconductor-plant-projects-in-poland-and-germany-due-to-financial-challenges/> (дата обращения 14.04.2025).

¹⁶⁷ Poland's Intel plant gets EU green light for \$1.9 bln in state support // Reuters. 13.09.2024. URL: <https://www.reuters.com/technology/polands-intel-plant-gets-eu-green-light-19-bln-state-support-2024-09-13> (дата обращения 14.04.2025).

денции и особенности формирования новой индустриальной инфраструктуры на фоне усиливающейся конкуренции за технологический суверенитет.

Германия выступает в качестве ключевого европейского узла полупроводникового производства. В Дрездене одновременно реализуются несколько стратегических проектов: завод *Global Foundries Fab 1* уже действует как один из крупнейших в регионе; строящийся *Infineon Smart Power Fab* (запуск в 2026 г.) будет ориентирован на силовую электронику; завод *ESMC* (*TSMC, Bosch, Infineon, NXP*) с запуском в 2027 г. будет производить чипы по технологии 28/22 и 16/12 нанометров. Эти инициативы сопровождаются широкой государственной поддержкой в рамках европейской политики поощрения локализации производства.

Франция делает акцент на технологическую дифференциацию и нишевые сегменты. В Кроле реализуется совместный проект компаний *STMicroelectronics* и *Global Foundries* по выпуску пластин по технологии *FD-SOI*, где ввод мощностей намечен на 2026 г. Завод ориентирован на продукцию для автомобильной электроники, связи и интернета вещей. Отдельно следует выделить *Aledia Fab* в коммуне Шампанье, где с 2025 г. уже начато серийное производство новых дисплеев по технологии *microLED*. Франция, таким образом, акцентирует внимание на высокотехнологичных и инновационных нишах, что укрепляет её позиции в области новых поколений микроэлектронных решений.

Италия укрепляется как производственный центр в сегменте карбида кремния. Цех *STMicroelectronics* в Катании станет первым в мире полностью интегрированным предприятием по производству компонентов на основе карбида кремния. Завод охватывает весь производственный цикл. Поддержка в размере 2 млрд евро от правительства Италии в рамках Закона о чипах подчёркивает стратегический характер проекта. Полный ввод в эксплуатацию ожидается к 2033 г., частичный запуск – в 2025 г.

Производство на заводе *Intel ATP* во Вроцлаве, несмотря на заявленные инвестиции в размере 4,6 млрд долл. и поддержку Евросоюза, было приостановлено в 2024 г. на неопределённый

срок. Причинами стали внутренние финансовые трудности *Intel* и снижение глобального спроса на полупроводники. Это говорит об уязвимости новых индустриальных проектов в условиях высокой зависимости от рыночной конъюнктуры.

Все ключевые проекты в Германии, Франции, Польше и Италии сопровождаются значительным объёмом государственной поддержки, в т.ч. через инструменты в рамках Европейского закона о чипах и национальные программы субсидирования. Это свидетельствует о системном характере политики технологического суверенитета ЕС, реализуемой посредством создания локализованных цепочек поставок и диверсификации технологических платформ.

Таким образом, европейская полупроводниковая индустрия вступает в фазу активного институционального и инфраструктурного наращивания потенциала. Реализация текущих проектов не только укрепляет производственную базу, но и способствует созданию новых технологических ниш, что особенно актуально в условиях глобальной конкуренции и трансформации структуры спроса на полупроводниковую продукцию.

В контексте развития международного сотрудничества в сфере полупроводников Евросоюз, вероятно, будет усиливать взаимодействие с Индией, которая располагает значительным потенциалом в области формирования квалифицированного человеческого капитала и проявляет стремление конкурировать с Китаем за лидерство в азиатском регионе. Примечательно, что более 20% специалистов, занимающихся проектированием микросхем, сосредоточены именно в Индии, которая, однако, не имеет собственного производства чипов. Отметим, что между ЕС и Индией уже функционирует Совет по торговле и технологиям; также после 2021 г. ЕС уже разместил в Индии несколько центров по проектированию полупроводников. В области проектирования перед ЕС и Индией открываются дополнительные возможности по развитию совместных проектов на основе программного обеспечения с открытым кодом. Страны могут развивать сотрудничество в области лицензирования и привлечения дополнительных трудовых ресурсов в ЕС. При этом необходимо учитывать, что данный тандем не может стать самодо-

статочным, т.к. обе страны нуждаются в редкоземельных металлах и новых технологиях¹⁶⁸.

ГЛАВА 3. КИТАЙ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Политика государственной поддержки полупроводниковой промышленности в Китайской Народной Республике была инициирована в 2014–2015 гг. в рамках стратегической программы «Сделано в Китае 2025», нацеленной на обеспечение технологического суверенитета и достижение самодостаточности в производстве интегральных схем. Одним из центральных направлений данной политики стало формирование благоприятных условий для масштабного привлечения инвестиций в отрасль. Финансовые стимулы, предоставляемые государством, могли достигать 35–40% от совокупной стоимости строительства новых производственных мощностей, включая производства полного технологического цикла. Механизмы поддержки распространялись как на отечественные, так и на зарубежные компании, однако особые благоприятные условия предоставлялись тем участникам рынка, которые способствовали передаче технологий и локализации критически важных компетенций.

Кроме того, в рамках реализуемой стратегии был создан комплекс мер по облегчению доступа к производственным ресурсам: предоставлялись льготные кредитные линии, субсидии, а также специальные условия по лизингу технологического оборудования. Такая политика позволила создать устойчивую инфраструктуру для развития отрасли, охватывающую как массовое производство, так и элементы научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности.

В результате последовательных шагов, предпринятых в течение последних лет, Китай существенно укрепил свои пози-

¹⁶⁸ Pranay K. Enhancing India–EU engagement on «Meta-Critical» technologies: a case for collaboration on semiconductors // How strategic tech cooperation can reinvigorate relations between the EU and India. Clingendael Institute. 2023. P. 44–51.

ции в глобальной системе полупроводниковой промышленности. По оценкам, в июле 2025 г. доля КНР в мировом объеме производства микросхем составляет порядка 20%, что свидетельствует о достижении значимого прогресса в реализации долгосрочных технологических амбиций.

Политика в области полупроводников в Китае вписывается в общую логику стремления страны к достижению промышленного суверенитета, а также технологического лидерства. Отрасль полупроводников – одна из наиболее сложных для достижения этой цели.

В июне 2014 г. Государственный совет КНР опубликовал документ под названием «Руководящие принципы по содействию развитию национальной индустрии интегральных схем»¹⁶⁹. Он стал ключевым элементом государственной стратегии, направленной на ускорение развития полупроводниковой отрасли и достижение технологической самодостаточности Китая.

В рамках реализации этих принципов были предприняты следующие меры:

- создание национального инвестиционного фонда в области интегральных схем («Большой фонд») с целью привлечения значительных финансовых ресурсов для поддержки отрасли¹⁷⁰;

- предоставление налоговых льгот, субсидий, льготных кредитов и других финансовых стимулов компаниям, работающим в сфере проектирования, производства, упаковки и тестирования микросхем;

- поощрение международного сотрудничества и трансфера технологий, особенно в рамках совместных предприятий с иностранными компаниями.

Этот документ стал основой для последующих инициатив, включая стратегию «Сделано в Китае 2025», и сыграл важную роль в формировании современной политики Китая в области полупроводников. Эта инициатива поставила амбициозные це-

¹⁶⁹ Outline for advancing the national integrated circuit industry. URL: <https://lawinfochina.com/display.aspx?EncodingName=big5&id=26681&lib=law> (дата обращения 21.08.2025).

¹⁷⁰ Six banks to invest in big way in IC fund // State Council of the People's Republic of China. URL: https://english.www.gov.cn/news/202405/29/content_WS66569746c6d0868f4e8e7987.html (дата обращения 21.08.2025).

ли перед китайской промышленностью, в т.ч. в области достижения значимых долей в мировом производстве полупроводников.

Государственная поддержка Китая в отношении компаний – производителей полупроводников включает стандартный набор инструментов: налоговые льготы на проведение научных исследований, предоставление земельных участков для строительства заводов, прямые субсидии. Например, в 2020 г. Государственный совет Китая анонсировал отмену налогов на прибыль для ведущих компаний – производителей полупроводников на 10 лет. По данным на 2022 г., 190 китайских компаний получили в общей сложности 1,79 млрд долл. поддержки¹⁷¹.

«Большой Фонд» привлёк десятки миллиардов долларов на поддержку индустрии после 2014 г. Благодаря этим механизмам компании *SMIC* и *Tsinghua Unigroup* получали поддержку, которая составила 30% от их годового дохода¹⁷².

В дополнение к финансовой помощи компаниям китайская политика в области микроэлектроники включает привлечение человеческого капитала с Тайваня, Южной Кореи и т.п. Также Китай пытается получить доступ к западным технологиям, приобретая зарубежные компании, но эта стратегия не приносит видимого успеха. В планах Китая развитие следующих производств:

– *SMIC* (г. Шанхай) инвестирует 8,87 млрд долл. в строительство нового завода в специальном районе Линьган Пилотной зоны свободной торговли в Шанхае. Планируется, что он будет производить до 100 тыс. 300-миллиметровых пластин в месяц с использованием технологических процессов 28 нм и выше. Проект реализуется в рамках совместного предприятия, где *SMIC* владеет 51% акций, правительство Шанхая – менее 25%,

¹⁷¹ Cao A. China Gave 190 chip firms US\$1.75 Billion in subsidies in 2022 as it seeks semiconductor self-sufficiency // South China Morning Post. 07.05.2023. URL: <https://www.scmp.com/tech/tech-war/article/3219697/china-gave-190-chip-firms-us175-billion-subsidies-2022-it-seeks-semiconductorself-sufficiency> (дата обращения 14.05.2025).

¹⁷² Measuring distortions in international markets: the semiconductor value chain // OECD Trade Policy Paper №234. 12.12.2019. Paris: OECD Publishing. DOI: 10.1787/8fe4491d-en

а оставшаяся доля принадлежит сторонним инвесторам¹⁷³;

– *Micron ATP Factory* (г. Сиань). В марте 2024 г. *Micron* официально приступила к строительству нового корпуса для упаковки и тестирования микросхем в Сиане. Этот проект, стоимостью около 600 млн долл., направлен на расширение производственных мощностей и укрепление позиций компании на китайском рынке. Планируется, что новый корпус начнёт работу во второй половине 2025 г.¹⁷⁴;

– *Hua Hong Semiconductor Fab* (г. Уси). В январе 2023 г. *Hua Hong Semiconductor* объявила о создании совместного предприятия с общим объёмом инвестиций в 6,7 млрд долл. для строительства производства в Уси, которое будет выпускать чипы, используя «зрелые» технологические узлы, такие как 65, 55 и 40 нм, и станет продолжением развития устоявшихся технологий компании прошлого поколения¹⁷⁵;

– *STMicroelectronics, Sanan Fab* (г. Чунцин). В феврале 2025 г. в Чунцине официально начало работу новое производство по выпуску устройств на основе карбида кремния, созданное в рамках совместного предприятия между *STMicroelectronics* и *Sanan Optoelectronics*. Общий объём инвестиций в проект составляет около 3,2 млрд долл., включая капитальные затраты в размере примерно 2,4 млрд долл. на ближайшие пять лет. Открытие этого производства укрепляет позиции *STMicroelectronics* на китайском рынке, особенно в сегменте электромобилей, где спрос на компоненты карбида кремния стремительно растёт. Кроме того, проект способствует развитию вертикально интегрированной цепочки поставок продукции на основе карбида кремния в Китае, снижая зависимость от импорта и поддерживая национальные инициативы по технологической независи-

¹⁷³ SMIC to establish \$8.87 billion chip factory in Shanghai // Sourcengine. 21.09.2021. URL: <https://www.sourcengine.com/blog/smic-establishing-8-87b-shanghai-chip-factory?srsltid=AfmBOorB4tpd9hd5zkHm1loIWQGGQP43YEhF11L2ANwgBI9n-ltQab8bY&> (дата обращения 14.05.2025).

¹⁷⁴ US chip giant Micron pushes ahead with new plant in Xi'an, showing foreign firms' commitment to Chinese market // Globaltimes. 28.03.2024. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202403/1309662.shtml> (дата обращения 14.05.2025).

¹⁷⁵ China's second largest chip maker to invest \$6.7B in a fabrication plant despite U.S. sanctions // Techloy. 26.01.2023. URL: <https://www.techloy.com/hua-hong-semiconductor-6-7-billion-wafer-fab-investment/> (дата обращения 14.05.2025).

мости¹⁷⁶;

– *China Resources Microelectronics Fab* (г. Шэньчжэнь). Строительство фабрики началось в октябре 2023 г. Проект реализуется через совместное предприятие *Runpeng Semiconductor*, созданное *CR Micro* и местной государственной инвестиционной компанией в Шэньчжэне. Завод будет специализироваться на выпуске аналоговых и силовых интегральных схем, включая элементы питания, микроконтроллеры и схемы защиты аккумуляторов. Эти компоненты востребованы в автомобилестроении, системах управления питанием, промышленной автоматизации и потребительской электронике¹⁷⁷.

Таким образом полупроводниковые проекты стратегически распределяются по основным промышленным центрам Китая:

– Шанхай и Шэньчжэнь – крупные инновационные и финансово-промышленные узлы, ориентированы на зрелые техпроцессы (28 нм и выше);

– Сиань – научно-промышленный центр, привлекающий иностранных инвесторов (*Micron*);

– Чунцин – развитие энергетической и автомобильной компонентной базы (*STMicroelectronics* и *Sanan*);

– Уси – специализация на силовой и аналоговой микроэлектронике (*Hua Hong*).

Такое размещение способствует устойчивости цепочек поставок, развитию региональной специализации. Почти все новые проекты ориентированы на зрелые технологические узлы: 40, 55/65 и 28 нм. Это обусловлено высокой потребностью китайской промышленности в компонентах для электромобилей, промышленной автоматизации, бытовой электроники; сравни-

¹⁷⁶ A 8-Inch SiC Wafer Fab Co-Built by San'an and ST to Start Production Soon // TrenForce. 02.09.2024. URL: <https://www.trendforce.com/news/2024/09/02/news-a-8-inch-sic-wafer-fab-co-built-by-sanan-and-st-to-start-production-soon/> (дата обращения 14.05.2025).

¹⁷⁷ China Resources Microelectronics (CR Micro), the leading IDM in China, is expanding its production capacity in Chongqing City. By the end of this year, CR Micro anticipates a monthly output of 20,000 to 25,000 wafers from its 12-inch production line in Chongqing, which focuses on power devices, including MOSFETs and IGBTs // Abachy. 05.09.2023. URL: <https://abachy.com/news/chinas-idm-cr-micro-expands-12-inch-production-capacity-25000-wafers> (дата обращения 14.05.2025).

тельно низкими технологическими барьерами и отсутствием прямой зависимости от передовых литографических машин (*EUV*); возможностью обеспечить импортозамещение в ключевых сегментах рынка. Несмотря на санкционное давление, Китай продолжает развивать совместные проекты с глобальными лидерами отрасли. Западные и тайваньские компании всё ещё сохраняют интерес к локализации в Китае при условии, что они контролируют ключевые технологии и продукцию поставляют на мировой рынок.

Китайская государственная и частная поддержка обеспечивает масштабное финансирование (в ряде случаев свыше 3 млрд долл. на объект), доступ к земельным участкам и инфраструктуре, а также форсированное внедрение отечественных материалов и оборудования. Это позволяет КНР продвигаться к снижению зависимости от зарубежных поставщиков не только по компонентам, но и по инфраструктуре.

Развитие полупроводниковой отрасли Китая в настоящее время характеризуется институциональными преобразованиями, активным освоением зрелых технологических процессов, расширением географической базы производства и значительным участием государства в инвестиционной поддержке, дополняемой международным сотрудничеством.

ГЛАВА 4. ЮЖНАЯ КОРЕЯ – СТРАТЕГИЯ СОХРАНЕНИЯ ОТРАСЛЕВОЙ НИШИ

Полупроводниковая отрасль является одним из ключевых столпов экономического развития Южной Кореи, играя системообразующую роль в её экспортно ориентированной модели роста. Формирование современной южнокорейской полупроводниковой индустрии представляет собой результат многолетней государственной политики, направленной на целенаправленное стимулирование технологического прогресса, поддержку национальных компаний и выстраивание глобально конкурентоспособной производственной базы.

Начиная с 1980-х гг., правительство Южной Кореи последовательно инвестировало в развитие сектора, активно используя

инструменты промышленной политики: субсидированные кредиты, налоговые льготы, государственно-частные партнёрства, а также стратегическое планирование в рамках пятилетних программ. Существенное значение имела институциональная поддержка со стороны чеболей – крупных многоотраслевых конгломератов, таких как *Samsung* и *SK Hynix*, которые стали глобальными лидерами в сегменте производства устройств памяти.

Современная политика Южной Кореи в полупроводниковой сфере характеризуется переходом от экспансии за счёт масштабирования к модели технологического лидерства и обеспечения стратегической автономии. Это выражается в наращивании государственных инвестиций в НИОКР, развитии кадрового потенциала, поддержке внутренней цепочки создания стоимости и усилении кооперации с ключевыми партнёрами в условиях глобальной технологической конкуренции и роста геоэкономической неопределённости.

Данный раздел посвящён анализу институциональной архитектуры, эволюции стратегических приоритетов и механизмов реализации государственной политики Южной Кореи в области полупроводников, с акцентом на её роль в формировании глобального позиционирования страны в высокотехнологичном секторе.

Уже к 1999 г. доля Южной Кореи в экспорте полупроводников в Соединённые Штаты достигла 16%, а в 2000 г. национальные компании вошли в десятку крупнейших мировых производителей микросхем. Южная Корея сосредоточила усилия на разработке и производстве чипов для хранения данных (*DRAM* и *NAND*), заняв ведущие позиции в соответствующем рыночном сегменте. Следует отметить, что как Южная Корея, так и Япония активно применяли стратегию накопления технологических компетенций через практику «обучения в процессе производства», что позволило им быстро адаптироваться к требованиям высокотехнологичных отраслей и снизить технологическую зависимость от внешних источников¹⁷⁸, улучшая технологии с

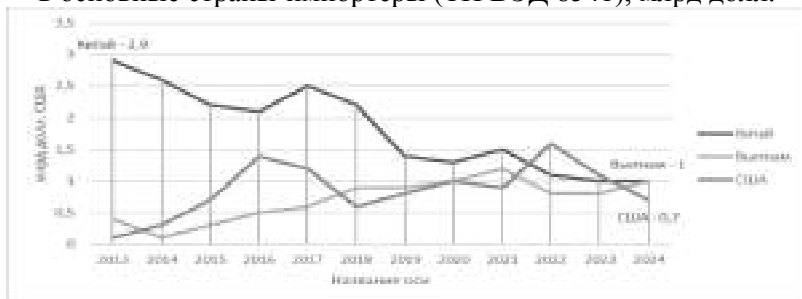
¹⁷⁸ Baldwin R. E., Krugman P. Market Access and International Competition: A Simulation Study of 16K Random Access Memories // *Empirical Methods for International Trade*/ edited by Robert C. Feenstra. Cambridge, MA: MIT Press,

каждой новой партией продукции.

В 2024 г. среди основных импортёров полупроводников из Южной Кореи стоит обозначить Китай (1 млрд долл.), Вьетнам (0,9 млрд), США (0,6 млрд), Филиппины и Японию (по 0,2 млрд долл.) (рис. 15).

Рисунок 15

Динамика экспорта полупроводников из Южной Кореи в основные страны-импортёры (ТН ВЭД 8541), млрд долл.



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

На представленном рисунке 15 отражена динамика экспорта полупроводников из Южной Кореи в ключевые страны-импортёры за период с 2013 по 2022 г. Основным направлением на протяжении всего периода остаётся Китай, что соответствует высокому уровню технологической зависимости китайской электроники от импорта чипов. Также заметна роль Вьетнама, который активно интегрируется в глобальные цепочки сборки электроники, и США, сохраняющих умеренную, но стабильную долю.

Объёмы экспорта в Китай достигают максимальных значений в отдельные годы (например, 2017 и 2021 гг.), что коррелирует с ростом спроса на мобильные устройства, серверы и продукцию с ИИ. Однако после 2019 г. видна выраженная волатильность, вероятно, связанная с торговыми барьерами, пандемией ковида и спадом в глобальном ИТ-секторе. Устойчивый рост экспорта во Вьетнам отражает перемещение сборочных мощностей транснациональных корпораций из Китая в

1988; Dick A.R. Learning by Doing and Dumping in the Semiconductor Industry// Journal of Law and Economics. 1991. Vol 34, Iss. 1. P. 133–159.

более дешёвые юрисдикции региона¹⁷⁹. Это делает Вьетнам не только производственной платформой, но и важным звеном в распределении южнокорейских микросхем. Несмотря на рост объёма чипов, произведённых внутри США, экспорт из Южной Кореи в США остаётся устойчивым, отражая специализацию в определённых нишевых сегментах, таких как *DRAM* и *NAND*.

Рисунок 15 показывает региональную концентрацию южнокорейского полупроводникового экспорта, особенно в страны Восточной и Юго-Восточной Азии. Южная Корея выступает как стратегический поставщик компонентов в глобальной цепочке создания стоимости, при этом её экспортная структура чувствительна к геоэкономическим рискам и технологическим трансформациям.

Бывший президент Южной Кореи Мун Чжэ Ин инициировал формирование «полупроводникового пояса» в провинции Кёнгидо и г. Чхунчхон для повышения устойчивости цепочек поставок, в то время как Закон о специальных мерах по укреплению и защите конкурентоспособности национальных высокотехнологичных стратегических отраслей промышленности ввёл регулирование экспорта полупроводников иностранным компаниям¹⁸⁰. Закон вступил в силу 4 августа 2022 г. Его целью – регулирование распространения высоких технологий стратегического значения за рубеж и обеспечение их защиты для повышения глобальной конкурентоспособности корейской высокотехнологичной промышленности.

Вслед за этим нынешний президент Южной Кореи Юн Сок Ёль заявил, что его правительство намерено превратить страну в «полупроводниковую сверхдержаву» путём расширения инженерного образования и обучения большего количества специалистов¹⁸¹.

¹⁷⁹ Vietnam not yet a «net winner» of production relocation from China: S&P Global // The Investor. 29.08.2024. URL: <https://theinvestor.vn/vietnam-not-yet-a-net-winner-of-production-relocation-from-china-sp-global-d12022.html> (дата обращения 22.08.2025).

¹⁸⁰ Act on special measures act for strengthening and protecting competitiveness of, and protecting national high-tech strategic industries. URL: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/kor219725.pdf> (дата обращения 22.08.2025).

¹⁸¹ YangPaeng K. Chips in flux: the outlook for the global semiconductor market and implications for the Korean economy // KIET Monthly Industrial Economy. 29.

Президент Южной Кореи совершил визит в Нидерланды в декабре 2023 г., где особое внимание уделили визиту на завод *ASML*. В результате страны подписали стратегическое соглашение по защите и развитию критически важных технологий, включая полупроводниковую индустрию. Главы стран анонсировали создание альянса в области полупроводников, который, согласно совместному заявлению, будет предполагать взаимодействие на уровне государства, бизнеса и университетов¹⁸². Также был подписан меморандум о взаимопонимании между *ASML* и *Samsung Electronics*, предполагающий вложение общих инвестиций в размере 760 млн долл¹⁸³.

30 марта 2023 г. Южная Корея приняла закон, известный как Закон о К-чипах. Официально – это поправка к Закону о специальных налоговых льготах¹⁸⁴. Данная законодательная инициатива направлена на укрепление национальной полупроводниковой промышленности. Закон предоставляет налоговые льготы и другие стимулы для инвестиций в стратегические технологии, включая полупроводники, аккумуляторы, дисплеи и водородные технологии. Основные меры в рамках этого закона предполагают: 1) налоговый вычет на инвестиции для крупных и средних компаний в стратегические технологии увеличен с 8 до 15%; 2) для малых компаний налоговый вычет увеличен с 16 до 25%; 3) в 2023 г. компании, увеличившие инвестиции по сравнению со средним уровнем за предыдущие три года, могли получить дополнительный вычет в размере 10% от прироста инвестиций¹⁸⁵.

08.2023. URL: https://www.kiet.re.kr/en/pub/economyDetailView?detail_no=2852 (дата обращения 15.05.2025); Wong C., Russell C. A search dilemma for market niches: Korea and Taiwan in a time of US-China high-tech decoupling // *Global Policy*. 2024. Vol. 15, No. 2. P. 475–486. DOI: 10.1111/1758-5899.13346

¹⁸² S. Korea, Netherlands declare «semiconductor alliance» // *The Korea Herald*. 2023. URL: <https://www.koreaherald.com/article/3280015> (дата обращения 22.08.2025).

¹⁸³ S Korea, Netherlands to form «chip alliance» for supply chain coordination. URL: <https://www.rfa.org/english/news/china/skorea-dutch-chipmou-12122023214122.html> (дата обращения 22.08.2025).

¹⁸⁴ Англ. *Special Tax Treatment Control Law*.

¹⁸⁵ Enactment of the K-Chips Act – Government's support and regulatory policies for the semiconductor industry. 2023. URL: https://www.kimchang.com/en/insights/detail.kc?id=27331&sch_section=4&utm_source=chatgpt.com (дата обраще-

Был расширен перечень стратегически важных технологий. В него вошли:

- проектирование и производство передовых и новых типов памяти;

- проектирование и производство систем на кристалле¹⁸⁶ с техпроцессом 7 нм и менее для высокопроизводительных вычислений;

- проектирование и производство полупроводников для автомобилей и энергоэффективных устройств;

- производственные процессы и технологии проектирования для систем на кристалле с техпроцессом 7 нм и менее в области контрактного производства;

- проектирование и производство материалов, оборудования и компонентов для передовой памяти, новых типов памяти и контрактного производства систем на кристалле.

В части развития инфраструктуры правительство Южной Кореи планировало предоставлять поддержку в создании необходимой инфраструктуры, такой как электро- и водоснабжение. Внедрить систему «тайм-аута» для лицензирования, для ускорения процесса получения разрешений и сокращения бюрократических препятствий для инвестиций.

В провинции Кёнгидо планировалось создание крупнейшего в мире кластера по производству передовых системных полупроводников. Проект включал строительство нескольких фабрик и привлечение частных инвестиций на сумму около 470 млрд долл. в течение следующих 20 лет.

В части безопасности правительство было намерено ужесточить меры по предотвращению утечки ключевых технологий за рубеж, рассматривая полупроводниковые технологии как активы национальной безопасности. Эта политика включала в себя пересмотр перечня «национальных ключевых технологий» и усиление контроля за их экспортом и передачей другим странам.

Основными стратегическими ориентирами государственной

ния 15.05.2025).

¹⁸⁶ Англ. *System on a Chip (SoC)* – интегральная схема, которая объединяет все или большинство компонентов вычислительной системы на одном полупроводниковом кристалле.

политики Южной Кореи в рамках Закона о К-чипах являются:

1) укрепление глобальных рыночных позиций Южной Кореи в сегменте полупроводниковой продукции, с особым акцентом на расширение присутствия в области проектирования и производства систем на кристалле;

2) снижение зависимости от внешних поставок критически важных компонентов и технологий, а также формирование устойчивой национальной технологической базы, обеспечивающей автономность и безопасность производственных цепочек;

3) активизация внутренних и внешних инвестиционных потоков в высокотехнологичные отрасли, а также создание благоприятных условий для расширения научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности в сфере стратегических технологических направлений;

4) стимулирование занятости и пространственное развитие экономики за счёт создания полупроводниковых производственных кластеров, интегрированных в региональные инновационные экосистемы.

Южная Корея анонсировала планы по инвестициям в отрасль – 471 млрд долл. до 2047 г. для строительства мегакластера в провинции Кёнги¹⁸⁷. Также в планах развитие следующих производств:

– *SK Hynix Fab* (г. Йоньин) инвестирует около 3,86 млрд долл. в строительство нового завода по производству *DRAM*. Ожидается, что строительство завершится к ноябрю 2025 г. *SK Hynix* планирует инвестировать около примерно 90 млрд долл. в создание нового полупроводникового кластера. Этот кластер должен стать ключевым элементом в стратегии компании по увеличению производственных мощностей и развитию инновационных технологий¹⁸⁸;

– *Samsung P3 Fab* (г. Пхёнхэк). На 2025 г. компания *Samsung*

¹⁸⁷ Samsung and SK Hynix lead investment into new South Korean semiconductor mega cluster // DCD. 2024. URL: <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/samsung-and-sk-hynix-lead-investment-into-new-south-korean-semiconductor-mega-cluster> (дата обращения 22.08.2025).

¹⁸⁸ SK hynix Announces 1Q25 Financial Results // SK Hynix. 24.04.2025. URL: https://news.skhynix.com/sk-hynix-announces-1q25-financial-results/?utm_source=chatgpt.com (дата обращения 14.05.2025).

Electronics продолжает активное развитие своего полупроводникового комплекса в Пхёнтхэке, особенно в рамках завода РЗ. В 2025 г. компания планирует увеличить объём производства за счёт расширения мощностей для выпуска 4 нм чипов, что обусловлено ростом спроса на процессоры *Exynos*¹⁸⁹ и заказы из Китая, связанные с криптовалютными приложениями. *Samsung* объявила о намерении инвестировать около 151 млрд долл. в развитие бизнеса логических чипов до 2030 г. Кроме того, компания планирует начать массовое производство 2 нм чипов для мобильных приложений в 2025 г. с последующим расширением на высокопроизводительные вычисления в 2026 г. и автомобильные приложения в 2027 г.¹⁹⁰

Обе корпорации – *SK Hynix* и *Samsung* – продолжают активно инвестировать в развитие производственной инфраструктуры на территории Южной Кореи, несмотря на волатильность глобального рынка. Создание и расширение заводов в Йонгине и Пхёнтхэке подтверждает стремление укрепить технологический суверенитет и повысить конкурентоспособность на мировом уровне.

SK Hynix концентрирует усилия на производстве памяти для искусственного интеллекта; *Samsung*, в свою очередь, делает ставку на логические чипы (2–5 нм) и *EUV*-литографию. Отметим, что *Samsung* частично скорректировала планы по производству *DRAM/NAND*, отдавая приоритет логическим чипам с высокой добавленной стоимостью. Это отражает глобальную тенденцию – смещение центра тяжести с традиционной памяти в сторону чипов для ИИ и высокопроизводительных вычислений. Масштабные вложения в инфраструктуру на территории Южной Кореи, а также децентрализация производств (например, проекты в США), показывают реакцию на геополитическую не-

¹⁸⁹ *Exynos* – линейка мобильных процессоров, разработанная компанией *Samsung Electronics*. Производство осуществляется преимущественно на заводах *Samsung Foundry* по собственным технологическим процессам (включая 5 нм, 7 нм, 14 нм и др.).

¹⁹⁰ *Samsung Electronics unveils foundry vision in the ai era at Samsung Foundry Forum 2023* // Samsung Newsroom. 28.06.2023. URL: <https://news.samsung.com/global/samsung-electronics-unveils-foundry-vision-in-the-ai-era-at-samsung-foundry-forum-2023> (дата обращения 15.05.2025).

стабильность и стремление корпораций минимизировать зависимость от внешних поставщиков и рисков глобальной логистики.

ГЛАВА 5. ЯПОНИЯ – СТРАТЕГИЯ СОХРАНЕНИЯ ЛИДЕРСТВА В ОТДЕЛЬНЫХ СЕГМЕНТАХ

Одной из причин, по которым компании Японии стали выходить на первые места по производству и продажам полупроводников в мире, стала целенаправленная государственная промышленная политика. Помимо налоговых льгот, японское правительство инициировало создание консорциума компаний, которые совместно расходовали средства на научные разработки¹⁹¹. Другой особенностью японских компаний была вертикальная интеграция производства¹⁹², что создавало спрос на полупроводники внутри самих компаний (в США по такой модели работали *IBM* и *AT&T*). Однако в отличие от американских компаний, японские компании также экспортировали полупроводники на американский рынок. Соответственно, американские корпорации, которые были ориентированы на производство чипов для продажи, с трудом выходили на японский рынок – там уже были свои производители.

Также стоит упомянуть систему кэйрэцу – крупные бизнес-конгломераты, которые включали банки, выдающие льготные кредиты. Это позволяло им оставаться на плаву даже в кризисные периоды.

В области полупроводников США пошли на жёсткие меры и решили начать регулировать импорт. В 1986 г. США и Япония заключили торговое соглашение о полупроводниках, в котором ограничивали экспорт на рынок США и третьих стран. В соглашении содержалась норма о том, что японское правительство обязуется контролировать цены экспорта японских микросхем

¹⁹¹ Okuno-Fujiwara M. Industrial policy in Japan: a political economy view // Trade with Japan: has the door opened wider? / ed. by Paul Krugman. Chicago: University of Chicago Press, 1991. P. 271–304.

¹⁹² Вертикальная интеграция производства – это организационная модель, при которой компания контролирует последовательные стадии технологической цепочки: от добычи или производства сырья и комплектующих до выпуска готовой продукции и её распространения.

не только в США, но и при продаже в другие страны (например, в Европу и Юго-Восточную Азию). Это означало, что Токио через Министерство международной торговли и промышленности должно было отслеживать экспортные цены и гарантировать их рыночную стоимость (т.е. отсутствие демпинга), даже если конечный импортёр находился за пределами США. Это стало добровольным решением со стороны правительства Японии¹⁹³.

Однако соглашение не принесло желаемого эффекта и тогда США наложили тарифные ограничения на полупроводники, а также на компьютеры и телевизоры с японскими полупроводниками. Это стало беспрецедентным примером недружественной экономической политики со стороны США в отношении стратегического партнёра – Японии, которая всё ещё опиралась на военную помощь со стороны Соединённых Штатов.

В настоящее время Япония в своей международной промышленной политике поддерживает США в отношении запрета на экспорт передового оборудования для производства полупроводников в Китай. Также Япония стремится содействовать диверсификации производств географически – так 4,8 млрд долл. субсидий правительство выделило в пользу *TSMC* для строительства фабрики на своём острове Кюсю¹⁹⁴. Япония также выделила 1,3 млрд долл. компании *Micron* на строительство нового завода и поддержала компанию *Rapidus* в области производства микросхем с усовершенствованными узлами, в т.ч. в партнёрстве с *IBM*¹⁹⁵.

В последние годы Япония активизировала усилия по восстановлению своих позиций в глобальной полупроводниковой индустрии. На фоне роста геополитической напряжённости, технологического соперничества и уязвимости цепочек поставок стратегия Токио сочетает элементы индустриальной политики,

¹⁹³ Observations on US Japan semiconductor agreement // Briefing Report. 1987. P. 3. URL: <https://www.gao.gov/assets/nsiad-87-134br.pdf> (дата обращения 22.08.2025).

¹⁹⁴ Japan kicks in another \$4.8 billion for TSMC plant, calls cutting-edge chips «extremely essential for the future of industries» // Fortune. 24.02.2024. URL: <https://fortune.com/2024/02/24/japan-tsmc-plant-subsidies-semiconductors-chips-technology/> (дата обращения 22.08.2025).

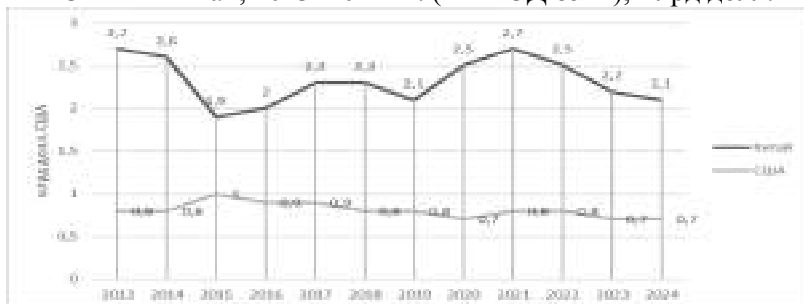
¹⁹⁵ Japan to provide 192 billion yen in extra aid to U.S. chipmaker Micron // Kyodo News. 03.10.2023. URL: <https://english.kyodonews.net/articles/-/44048> (дата обращения 22.08.2025).

научно-технологического развития и международного сотрудничества.

Динамика экспорта и импорта полупроводников Японии в США и Китай показывает следующую картину (рис. 16).

Рисунок 16

Динамика экспорта полупроводников из Японии в США и Китай, 2013–2024 гг. (ТН ВЭД 8541), млрд долл.



Источник: UN Comtrade. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

Китай сохраняет позиции крупнейшего импортёра японских полупроводников, причём объёмы экспорта в КНР заметно превышают экспорт в США на протяжении всего периода. В целом экспорт в обе страны демонстрирует умеренную волатильность с тенденцией к снижению после 2018 г., что может быть связано как с политическими факторами (торговая война между США и Китаем), так и с пандемией ковида. Объёмы поставок в США остаются стабильными, с умеренным ростом в отдельные годы, что отражает устойчивый технологический спрос со стороны американского рынка. Рисунок 16 показывает ключевую роль Японии как поставщика полупроводников, особенно в китайскую промышленную экосистему, и отражает чувствительность экспорта к глобальным политико-экономическим изменениям.

Другими важными импортёрами полупроводников из Японии являются Таиланд (487 млн долл. в 2024 г.), Германия (465 млн), Сингапур (425 млн), Малайзия (367 млн), Тайвань (327 млн), Южная Корея (265 млн долл.)¹⁹⁶. Эти данные демонстри-

¹⁹⁶ По данным Comtrade UN за 2024 год. URL: <https://comtradeplus.un.org/Tra>

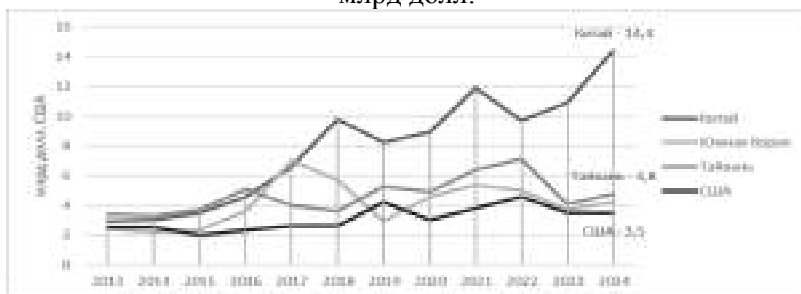
руют высокую концентрацию экспорта в страны Восточной и Юго-Восточной Азии, подчёркивая важность региона в глобальной цепочке создания стоимости в электронике.

Также обратим внимание на динамику экспорта оборудования для производства полупроводников из Японии в другие страны – производители чипов, т.к. мы показали в первом разделе работы, что Япония занимает 2-е место по экспорту специализированного оборудования.

Основные импортёры оборудования из Японии в 2024 г.: Китай – 14,38 млрд долл., Тайвань – 4,84 млрд, Южная Корея – 4,23 млрд, США – 3,50 млрд, Сингапур – 0,84 млрд, Малайзия – 0,69 млрд, Германия – 0,25 млрд, Ирландия – 0,17 млрд, Франция – 0,14 млрд долл. На рисунке 17 представлена динамика экспорта этой категории товаров в основные страны-импортёры.

Рисунок 17

Динамика экспорта машин и оборудования для производства полупроводников из Японии (ТН ВЭД 8486), 2013–2024 гг., млрд долл.



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

Китай демонстрирует лидерство на протяжении всего периода объёмы поставок не только остаются высокими, но и умеренно растут, несмотря на политико-экономическую напряжённость, связанную с запретами со стороны США. Южная Корея и Тайвань демонстрируют относительно устойчивый спрос, что

deFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus (дата обращения 22.08.2025).

связано с высоким уровнем локального производства чипов. Импорт японского оборудования в США остаётся стабильным, но уступает азиатским странам. Это может быть связано как с ориентацией США на внутренние инвестиции, так и с ограниченным числом производственных мощностей по сравнению с Азией.

Основные направления развития, по которым движется Япония в области полупроводниковой промышленности, следующие. В рамках национальной стратегии¹⁹⁷ японское правительство анонсировало масштабную программу субсидирования и прямых инвестиций в полупроводниковую отрасль. Общий объём государственной поддержки, согласно проекту 2024 г., составит около 65 млрд долл.¹⁹⁸ в течение последующего 7-летнего периода. Финансирование сосредоточено на поддержке НИОКР, промышленной локализации и стимулировании частных инвестиций.

Центральным элементом стратегии становится создание компании *Rapidus* – национального производителя, ориентированного на разработку и запуск массового производства 2 нм чипов к 2027 г. Компания учреждена при поддержке восьми ведущих японских корпораций (включая *Toyota*, *Sony*, *SoftBank* и *NTT*) в сотрудничестве с *IBM* (США) и исследовательским центром *IMEC* (Бельгия). *Rapidus* рассматривается как ответ Японии на концентрацию передовых производств на Тайване и в Южной Корее.

Для координации усилий в области НИОКР и развития технологий был создан Центр передовых полупроводниковых технологий, финансируемый Министерством экономики, торговли и промышленности Японии. Центр интегрирует усилия академических и корпоративных партнёров в области разработки передовых технологических процессов (2 нм) и более сложных производственных механизмов.

Особое место в стратегии Японии занимает сотрудничество

¹⁹⁷ Англ. *Basic Semiconductor Revitalization Strategy in Japan*.

¹⁹⁸ Outline of semiconductor revitalization // METI. July 2024. Strategy in Japan. URL: https://www.meti.go.jp/english/policy/0704_001.pdf (дата обращения 22.08.2025).

с ведущими международными партнёрами. В 2024 г. был введён в эксплуатацию первый завод компании *TSMC* в префектуре Кумамото. Проект реализуется при поддержке японского правительства и с участием таких компаний, как *Sony* и *Denso*. Планируется строительство второго предприятия к 2027 г. с ориентацией на массовое производство 6 нм и 3 нм чипов. Таким образом, Япония стремится интегрироваться в глобальные цепочки поставок с высокой степенью технологической сложности.

Кадровая проблема признана одним из ключевых ограничений реализации амбициозной программы. В 2024 г. Япония заключила соглашение с новой американской компанией *Tenstorrent* о подготовке 200 инженеров в области проектирования ИИ-чипов в течение последующих пяти лет¹⁹⁹. Развёртываются также национальные программы подготовки специалистов на базе университетов.

Важной частью стратегии является реструктуризация национального сектора. В 2023 г. государственная инвестиционная корпорация *Japan Investment Corporation* выкупила контрольный пакет компании *JSR* за 6 млрд долл. с целью консолидации ключевых компетенций в области фотолитографии и химических материалов. Рассматриваются сценарии объединения с другими компаниями, включая *Resonac*²⁰⁰, в целях повышения глобальной конкурентоспособности. Согласно целевой модели к 2030 г. Япония планирует: достичь доли в 15% на мировом рынке полупроводников; обеспечить технологическую независимость в производстве чипов на уровнях 2 нм и ниже.

Также в Японии существуют планы по развитию новых заводов:

– *TSMC*, *Sony Fab* (префектура Кумамото). Компания *Sony* активно участвует в развитии полупроводниковой промышленности Японии через совместное предприятие с *TSMC* – *Japan Advanced Semiconductor Manufacturing, Inc. (JASM)*, расположен-

¹⁹⁹ AI chip startup Tenstorrent to train Japan's engineers in \$50M government deal // The Register. 07.11.2024. URL: https://www.theregister.com/2024/11/07/tenstorrent_japan_training/ (дата обращения 22.08.2025).

²⁰⁰ Japan Unveils \$6 billion deal to buy out chip linchpin JSR // Bloomberg. 26.06.2023. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-06-26/japan-unveils-6-billion-deal-to-buy-out-chip-linchpin-jsr> (дата обращения 22.08.2025).

ное в г. Кикиуэ. Это предприятие было основано в декабре 2021 г. и представляет собой стратегическое сотрудничество между TSMC (основной акционер с долей 86,5%), Sony Semiconductor Solutions (6,0%), Denso (5,5%) и Toyota (2,0%)²⁰¹. Первый завод JASM (Fab 1) начал коммерческое производство в декабре 2024 г. Он специализируется на выпуске полупроводников с использованием технологических процессов 12/16 нм FinFET и 22/28 нм с месячной производственной мощностью 55 тыс. 12-дюймовых пластин. Основная продукция включает логические микросхемы для сенсорных изображений и автомобильных приложений. Второй завод (Fab 2) находится в стадии строительства и планируется к запуску в конце 2027 г. Она будет производить более передовые чипы с использованием 6 нм и 7 нм технологических процессов, предназначенные для высокопроизводительных вычислений, искусственного интеллекта и автономных транспортных средств²⁰². Общий объем инвестиций в проект JASM превышает 20 млрд долл., при значительной поддержке со стороны японского правительства, включая субсидии на сумму более 7 млрд долл.;

– Kioxia, Western Digital Fab (префектура Миэ). Совместное предприятие Kioxia Corporation и Western Digital Corporation в г. Йоккаити представляет собой один из крупнейших и наиболее технологически продвинутых комплексов по производству флеш-памяти NAND в мире. В октябре 2022 г. Kioxia и Western Digital открыли новый завод Fab7 на территории комплекса Yokkaichi Plant. Общий объем инвестиций в первую фазу строительства составил около 6,4 млрд долл. Часть этих средств была предоставлена японским правительством в рамках программы поддержки передовых производственных объектов полупроводниковой промышленности²⁰³. В феврале 2024 г. было объявле-

²⁰¹ JASM Set to Expand in Kumamoto Japan // Sony. 06.02.2024. URL: <https://www.sony-semicon.com/en/news/2024/2024020601.html> (дата обращения 15.05.2025).

²⁰² TSMC to open Kumamoto Fab 1 on February 24, Fab 2 to begin operations in 2027 // TechpowerUp. 23.02.2024. URL: <https://www.techpowerup.com/forums/threads/tsmc-to-open-kumamoto-fab-1-on-february-24-fab-2-to-begin-operations-in-2027.319496> (дата обращения 15.04.2025).

²⁰³ Kioxia and Western Digital's joint venture to receive up to 92.9 billion yen go-

но о предоставлении субсидии до 970 млн долл. для совместных предприятий *Kioxia* и *Western Digital* в Йоккайти и Китаками. Эти средства направлены на поддержку производства новейших поколений 3D флеш-памяти, основанных на инновационной технологии соединения пластин, а также будущих усовершенствованных узлов. *Kioxia* прогнозирует почти трёхкратный рост спроса на флеш-память к 2028 г., обусловленный развитием искусственного интеллекта и увеличением объёмов данных. В связи с этим компания планирует значительное расширение производственных мощностей, включая запуск нового завода в Китаками в 2025 г.²⁰⁴

Проекты, реализуемые *Sony*, *TSMC*, *Kioxia* и *Western Digital*, свидетельствуют о стратегической линии на восстановление и наращивание производственного потенциала Японии в области полупроводников. В условиях глобального дефицита микросхем, вызванного геополитической нестабильностью и нарушениями в цепочках поставок, Япония стремится сократить зависимость от внешних поставок и стать надёжным партнёром в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

Присутствие таких лидеров, как *TSMC* (Тайвань), с их технологической базой в области 6 нм литографии, позволяет японским компаниям расширять собственные компетенции и ускорять внедрение передовых техпроцессов. Японское правительство реализует политику субсидирования высокотехнологичных производств (до 7 млрд долл. для компании *JASM*; до 970 млн долл. для компании *Kioxia / Western Digital*), что подчёркивает институциональную поддержку отрасли. Это соответствует модели неоиндустриального развития, в рамках которой государство выполняет координирующую и стимулирующую функцию в стратегически значимых секторах.

Размещение производств в префектурах Кумамото и Мие формирует предпосылки для создания высокотехнологичных

vernment subsidy for Yokkaichi Fab 7 // *Kioxia*. 26.07.2022. URL: <https://apac.kioxia.com/en-apac/about/news/2022/20220726-1.html> (дата обращения 15.04.2025).

²⁰⁴ Japan's *Kioxia* sees flash memory demand almost tripling by 2028 // *Reuters*. 05.11.2024. URL: <https://www.reuters.com/technology/japans-kioxia-sees-flash-memory-demand-almost-tripling-by-2028-2024-11-05> (дата обращения 15.04.2025).

кластеров, где сочетаются НИОКР, производство, логистика и подготовка кадров. Особенно важно, что эти зоны территориально сопряжены с научными центрами, что усиливает эффект «региональной синергии».

Анализ проектов позволяет заключить, что Япония предпринимает последовательные шаги по восстановлению статуса одного из глобальных лидеров в области полупроводников. Благодаря кооперации с ведущими международными компаниями, поддержке со стороны государства и диверсификации технологических решений, страна демонстрирует стратегический подход к формированию суверенной, устойчивой и конкурентоспособной технологической архитектуры в долгосрочной перспективе.

ГЛАВА 6. ТАЙВАНЬ – СОХРАНЕНИЕ СТАТУСА ЛИДЕРА В ОБЛАСТИ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА*

Тайвань в настоящий момент считается лидером в области производства новейших полупроводников. Регион остаётся стратегическим партнёром США в том числе в области разработки и использования технологий. Тем не менее положение острова остаётся нестабильным в связи с попытками ряда государств оспорить принцип единого Китая. Для США этот сценарий представляется наименее желательным в силу того, что именно Тайвань – носитель критически важных технологий и производитель чипов. С учётом нехватки производств полупроводников США фактически обменивает военную защиту Тайваня на поставки комплектующих и чипов.

Индустрия производства полупроводников на Тайване начала формироваться в 1976 г., когда Радиокорпорация Америки

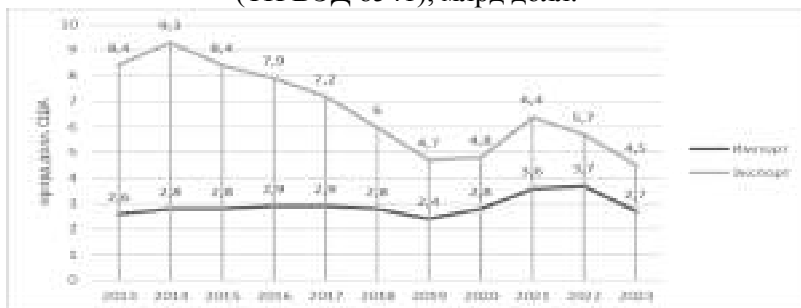
* Напомним, что в данной работе мы рассматриваем Тайвань (Китайский Тайбэй) сугубо в качестве экономического актора, который развивает собственную промышленную политику в отношении полупроводников. См.: Ответ официального представителя МИД России М.В. Захаровой на вопрос СМИ относительно позиции Российской Федерации по тайваньскому вопросу // МИД РФ. 13.01.2024. URL: https://www.mid.ru/ru/foreign_policy/news/1925467/ (дата обращения 22.08.2025).

передала соответствующие технологические разработки правительственному Институту промышленных технологий. На основе полученных разработок Институт инициировал создание компании *TSMC*. В 1990-е гг. *TSMC* предложила производителям в США технологию «чистой комнаты», которая вывела технологический процесс на новый уровень и тесно связала две экономики.

Напомним, что *TSMC* изначально создавалась для производства чипов, спроектированных другими компаниями. Таким образом, экспорт полупроводников с Тайваня вырос с 4,5 до 9% к 1999 г. За рассматриваемый период (2013–2024 гг.) баланс экспорта и импорта полупроводников Тайваня выглядит следующим образом (рис. 18).

Рисунок 18

Динамика экспорта и импорта полупроводников Тайваня
(ТН ВЭД 8541), млрд долл.



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

На протяжении 2013–2024 гг. объём экспорта значительно превышает импорт, что подчёркивает статус Тайваня как одного из ведущих мировых экспортёров полупроводников. Обе кривые демонстрируют тенденцию к росту, особенно заметную после 2020 г. Это связано с мировым спросом на чипы, усилившимся в условиях цифровизации и дефицита полупроводников в постпандемный период. Несмотря на доминирование экспорта, импорт полупроводников на Тайвань также увеличивается. Это может быть связано с ввозом специализированного оборудования и компонентов для сложных производственных про-

цессов. Однако после 2020 г. намечается небольшой спад, который может быть связан с последствиями пандемии ковида.

В настоящее время компания *TSMC* активно реализует стратегию географической диверсификации, направленную на расширение своего производственного присутствия за пределами Тайваня, включая инвестиционные проекты по строительству заводов в США, Германии и Японии. Однако перенос части производственных мощностей сопряжён с рядом существенных вызовов. Тайвань обладает уникально сформированной экосистемой, включающей высококвалифицированный персонал, концентрацию технологической экспертизы, а также развитую инфраструктуру, специально адаптированную под потребности полупроводникового производства. Копирование этих условий за рубежом требует значительных институциональных, организационных и кадровых усилий²⁰⁵.

Расширение *TSMC* за пределы страны связано с общей политикой США, Японии и Нидерландов по введению экспортного контроля. При этом внутри страны также ведётся промышленная политика по стимулированию производителей, в первую очередь в области науки и разработок. В 2023 г. был принят закон, позволяющий 25% трат на научные разработки конвертировать в налоговые льготы.

Основной документ, который определяет политику Тайваня в отрасли, – инициатива «Ангстрем» в области полупроводниковых технологий²⁰⁶ – национальная исследовательская программа, запущенная в 2021 г. Национальным советом по науке и технологиям Тайваня. Она нацелена на разработку инновационных решений, которые могли бы помочь Тайваню сохранить лидирующие позиции в полупроводниковой промышленности на следующее десятилетие²⁰⁷. Отрасль полупроводников рассматривается в качестве краеугольного камня экономического процветания и безопасности региона.

²⁰⁵ Reinsch W. A., Whitney J. Silicon island: assessing Taiwan's importance to U.S. economic growth and Security // CSIS. 01.01.2025. 5 p. URL: <https://www.jstor.org/stable/resrep66021> (дата обращения 15.04.2025).

²⁰⁶ Англ. *Angstrom Semiconductor Initiative*.

²⁰⁷ Angstrom Semiconductor Initiative. URL: <https://angstrom.tw/en/about/mission-vision/> (дата обращения 15.04.2025).

Однако в настоящее время, как указано в инициативе «Ангстрем», Тайвань сталкивается с рядом серьёзных вызовов. С одной стороны, усиливаются попытки других государств создать собственные высокотехнологичные полупроводниковые отрасли, способные обеспечить технологический суверенитет. С другой – сама полупроводниковая технология приближается к фундаментальным физическим ограничениям. В отсутствие радикальных технологических прорывов дальнейшее снижение энергопотребления и обеспечение растущего разнообразия вычислительных задач становится затруднительным. Более того, наблюдается разрыв с традиционной траекторией, предсказанной законом Мура: масштабирование технологических узлов больше не сопровождается пропорциональным снижением производственных издержек. Это существенно ослабляет экономическую мотивацию к дальнейшему прогрессу в области уменьшения размеров чипов и угрожает динамике развития всей полупроводниковой отрасли. Соответственно, инициатива призвана развивать новые технологии, которые позволят Тайваню сохранить свои позиции в отрасли до 2030 г.

В таблице 7 представлены три стратегических направления, определяющих приоритеты исследований и разработок в сфере полупроводниковой промышленности Тайваня. Каждое из них направлено на преодоление технологических ограничений и достижение целевых показателей, соизмеримых с будущими технологическими процессами уровня 1 нм.

Тайвань, стремясь сохранить и укрепить позиции в глобальной цепочке создания стоимости, формирует комплексную исследовательскую повестку, охватывающую ключевые аспекты микро- и нанoeлектроники. В таблице 8 представлены три приоритетных направления исследований, каждое из которых имеет чётко сформулированные цели, направленные на обеспечение технологического превосходства в горизонте 2030 г. и далее.

Ставя перед научным сообществом амбициозные и технологически сложные задачи, инициатива «Ангстрем» в области полупроводниковых технологий Тайваня стимулирует поиск принципиально новых, прорывных решений, выходящих за рамки существующих технологических парадигм. Программа ориенти-

Таблица 7

**Направления развития Инициативы «Ангстрем»
в области полупроводниковых технологий**

Направление	Описание
Направление Метрология инспекция на атомарном уровне	1. Использование передовых методов метрологии и контроля и с разрешением шкалы $\text{\AA}^{208}$, разработанных в академических кругах для удовлетворения потребности растущей сложности в передовом производстве полупроводников. Это позволяет разрабатывать не только передовые, но и автономные технологии.
Направление Материалы для устройств следующего поколения	2. Создание междисциплинарных исследовательских групп для разработки полупроводниковых технологий следующего поколения на основе низкоразмерных материалов и устройств для расширения пределов физического масштабирования.
Направление Устройства и схемы в масштабе Ангстрем	3. Опираясь на подходы, разработанные в рамках Большого конкурса Министерства обороны США ²⁰⁹ , который обеспечивает достаточные государственные стартовые фонды для решения критически важных проблем в технологических областях, Тайвань намерен изучить возможные технологические пути к созданию эквивалентных устройств и схем с узлом 1 нм в течение следующего десятилетия.

Источник: Angstrom Semiconductor Initiative URL: <https://angstrom.tw/en/about/> (дата обращения 10.10.2025).

рована на создание исследовательского задела, который в перспективе будет интегрирован в полупроводниковую индустрию. Это позволит на раннем этапе оценить потенциал масштабируемости предложенных разработок, а также существенно снизить уровень технологической неопределённости и риски, присущие передовым этапам НИОКР в условиях приближения к физическим пределам масштабирования.

Инициатива «Ангстрем» в области полупроводниковых технологий Тайваня в области полупроводников направлена на пре-

²⁰⁸ Означает применение высокоточных технологий измерения (метрологии) и контроля качества, способных работать на уровне ангстремов ($\text{\AA}$) – единицы длины, равной 0,1 нм (10^{-10} м). Это масштаб, соизмеримый с размером отдельных атомов. Методы используются, например, в производстве полупроводников и наноструктур, где требуется: измерять толщину слоёв, равных нескольким атомам; обнаруживать мельчайшие дефекты; контролировать структурные параметры с предельной точностью.

²⁰⁹ DARPA Grand Challenge – серия технологических соревнований, организованных Агентством перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США с целью стимулирования прорывных инноваций в высокотехнологичных областях, в первую очередь в оборонно-промышленном комплексе.

**Цели инициативы «Ангстрем»
в области полупроводниковых технологий**

Направление	Цели
Направление 1. Метрология и инспекция на атомарном уровне	1. Разработка технологий получения изображения и спектра с разрешением в масштабе Å (ангстрем) для структурного и химического анализа состава продукции. 2. Разработка методов анализа поверхностных и межфазных дефектов с разрешением в масштабе Å (ангстрем) для полупроводниковых и многослойных структур. 3. Долгосрочное планирование для требований поточного мониторинга процесса.
Направление 2. Материалы для устройств следующего поколения	1. Разработка методов создания высококачественных полупроводников большой площади с малыми размерами. 2. Исследование ключевых технологических модулей для полупроводниковых приборов малых размеров. 3. Исследование новых функциональных материалов для низкоэнергетических приборов.
Направление 3. Устройства и схемы в масштабе Ангстрем	1. Создание суперплотных 3D-чипов. Предполагается разработать новые технологии для сборки чипов в виде трёхмерных конструкций, которые будут работать так же мощно, как самые передовые чипы 2030 г. (1-нм техпроцесс); эти чипы будут в 32 раза плотнее и дешевле, тех, что используются сейчас. 2. Разработка ультраэкономичных переключателей и энергоэффективных чипов. Планируется создание новых компонентов, которые будут потреблять очень мало энергии и обеспечивать высокую вычислительную эффективность – в 50 раз лучше по энергопотреблению и в 1000 раз лучше по общей энергоэффективности, чем современные технологии.

Источник: Angstrom Semiconductor Initiative URL: <https://angstrom.tw/en/about/> (дата обращения 10.10.2025).

одоление физических и технологических ограничений. Через междисциплинарные исследования, развитие новых материалов и технологий, а также международное сотрудничество, инициатива стремится обеспечить Тайваню лидирующие позиции в глобальной полупроводниковой индустрии в предстоящие десятилетия.

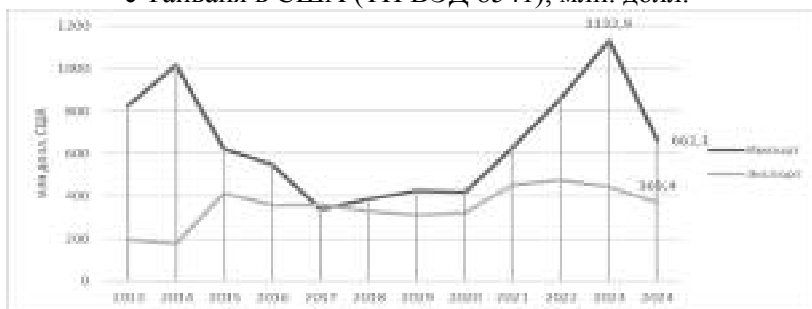
Положение Тайваня осложнилось после второго прихода к власти в США Д. Трампа: в 2025 г. он заявил, что планирует ввести 100%-ные пошлины на чипы компании TSMC²¹⁰. Таки-

²¹⁰ Trump says U.S. plans about 100% tariff on imported chips // Focus Taiwan.

ми жёсткими мерами Трамп стремится вернуть производство передовых чипов в США. В дополнение он критикует Тайвань за недостаточные расходы на оборону острова, в также стремится снизить профицит в торговле Тайваня, который сложился из-за экспорта высокотехнологичной продукции в США (рис. 19).

Рисунок 19

Динамика импорта и экспорта полупроводников с Тайваня в США (ТН ВЭД 8541), млн. долл.



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

Объёмы импорта с Тайваня стабильно выше, чем объёмы экспорта США на Тайвань. Это указывает на существенную зависимость американского рынка от тайваньской полупроводниковой продукции, особенно в сегменте компонентов высокой степени интеграции. С 2020 г. наблюдается резкий рост стоимости импорта, что может быть связано с глобальным дефицитом чипов, ростом спроса на ИТ-продукцию в условиях пандемии, а также увеличением производственных мощностей *TSMC* и других тайваньских производителей. Поставки США на Тайвань остаются значительно ниже и не демонстрируют выраженной тенденции к росту. Это свидетельствует о том, что Тайвань преимущественно импортирует оборудование, но не в таких масштабах, как экспортирует готовые компоненты. Разрыв между кривыми импорта и экспорта подчёркивает асимметричность торгового баланса в пользу Тайваня в данном технологическом

08.07.2025. UR: <https://focustaiwan.tw/business/202508070001> (дата обращения 22.08.2025).

сегменте.

Рисунок 19 подтверждает стратегическую роль Тайваня как ключевого поставщика полупроводников для США, а также уязвимость американской цепочки поставок в случае геополитической нестабильности. Эти данные подчёркивают актуальность инициатив по локализации производства и диверсификации поставок в рамках политики технологической безопасности США.

При этом позиция нового президента (с 2024 г.) Тайваня носит сдержанно дипломатический характер. После заявлений и анонсов проекта Д. Трампа, Лай Циндэ отметил, что правительство Тайваня настроено на сотрудничество, призвал мировое сообщество и в первую очередь демократические страны объединиться для глобального альянса по производству чипов на основе искусственного интеллекта. При этом президент отметил, что Тайвань готов к продолжению переговоров с США и готов идти на уступки²¹¹.

В марте 2025 г. были анонсированы инвестиции в 100 млрд долл. со стороны *TSMC* в строительство заводов по производству чипов на территории США. Инициатива вызвала активные дебаты на Тайване. Несмотря на опасения по поводу «утечки» ключевых производств, президент Лай Циндэ охарактеризовал этот шаг как стратегически выгодный для Тайваня, *TSMC* и США, подчёркивая значение укрепления международных партнёрств.

К 2030 г. Тайвань намерен сохранить и расширить своё доминирование в производстве полупроводников по передовым техпроцессам. Флагман национальной индустрии – компания *TSMC* планирует внедрение массового производства 2 нм чипов на территории Тайваня, а также дальнейшее продвижение в область 1 нм и архитектур «Ангстрем». Значительные инвестиции в НИОКР (включая передовые технологии упаковки и архитектуры для высокопроизводительных вычислений) поддерживают ориентацию на рынки искусственного интеллекта, суперкомпьютеров и мобильной связи шестого поколения (6G).

²¹¹ Трамп пообещал отобрать у Тайваня производство микросхем // CNews, 2025. URL: https://www.cnews.ru/news/top/2025-02-14_tramp_poobeshchal_otobrat (дата обращения 15.04.2025).

Одним из фундаментальных компонентов стратегии является географическая диверсификация. В дополнение к объектам на территории Тайваня *TSMC* реализует строительство производственных комплексов в США (штат Аризона) и Японии (префектура Кумамото), где предполагается выпуск чипов по 6 нм, 3 нм и 2 нм техпроцессам. Таким образом, к 2030 г. ожидается, что существенная часть мощностей по производству передовых чипов будет сосредоточена за пределами Тайваня, что позволит минимизировать геополитические риски и повысить устойчивость цепочек поставок.

Тайвань стремится трансформировать модель роста полупроводникового сектора на основе принципов экологической ответственности. С учётом прогнозируемого увеличения энергопотребления на 236% к 2030 г. (по сравнению с уровнем 2021 г.), акцент сделан на переходе к возобновляемым источникам энергии, в частности солнечной и ветряной. Целевой показатель доли «зелёной» энергии к 2030 г. – не менее 25%. В дополнение к этому разрабатываются меры по экономии воды и внедрению замкнутых циклов потребления ресурсов на заводах.

Реализация стратегических задач требует качественного развития человеческого капитала. В сотрудничестве с международными партнёрами Тайвань инвестирует в подготовку инженерных кадров в областях проектирования ИИ-чипов, квантовых схем и архитектур сверхнизкого энергопотребления. Ведущие университеты страны вовлечены в программы, нацеленные на создание сквозной цепочки «образование – наука – индустрия». Дополнительную роль в развитии экосистемы играет Центр передовых полупроводниковых технологий, координирующий государственно-частное партнёрство в сфере фундаментальных и прикладных исследований.

Учитывая возрастание угроз кибершпионажа и экономического давления со стороны конкурентов, Тайвань усиливает внутренние меры по защите интеллектуальной собственности и контроля за трансграничной передачей чувствительных технологий. На законодательном уровне усилены барьеры для недружественных инвестиций в критическую инфраструктуру, а также введены дополнительные ограничения на экспорт ключевых

кадров и разработок. Тайвань также переориентирует торговые и инвестиционные потоки в сторону США, ЕС и Японии, постепенно снижая свою технологическую и логистическую зависимость от Китая.

Также Тайвань анонсировал строительство семи новых производств на самом острове. Также *TSMC* сотрудничает с *Sony*, *DENSO* и *Toyota* в развитии новых технологий в Японии. Планы по развитию производств на территории Тайваня:

– завод *TSMC Fab 14*, расположенный в Южном научном парке (р-н Луджу г. Гаосюн), является одним из ключевых производственных объектов компании. Его строительство стартовало в начале 2000-х гг., а первая очередь введена в эксплуатацию в 2004 г. Предприятие изначально специализировалось на выпуске 300-миллиметровых кремниевых пластин и стало одним из первых производств компании, освоивших передовые технологические нормы, включая 20 нм и 16 нм процессы *FinFET*. В январе 2025 г. землетрясение магнитудой 6,4 балла оказало существенное влияние на работу *Fab 14*, приведя к повреждению оборудования и утрате свыше 30 тыс. пластин²¹²;

– *Win Semi Fab* (г. Гаосюн), ведущий мировой производитель арсенид-галлиевых полупроводников, в 2021 г. объявил о планах строительства нового завода в Южном научном парке. Этот проект был частью стратегии компании по диверсификации производственных мощностей, ранее сосредоточенных на северном Тайване, и направлен на укрепление устойчивости цепочки поставок и повышение конкурентоспособности на мировом рынке. Совет директоров *WIN Semiconductors* утвердил инвестиционный план на сумму около 358 млн долл. для строительства завода в Гаосюне. Инвестиции планировалось осуществить поэтапно, начиная с 2021 г. Ожидалось, что новое предприятие начнёт массовое производство в 2024 г. Основной продукцией завода должны были стать компоненты на основе арсенида галлия. Однако в 2024 г., на фоне спада в отрасли и задержек с поставками оборудования, компания приостановила реа-

²¹² TSMC begins building next phase of Fab 14 gigafab // EE Times. 2012. URL: <https://www.eetimes.com/tsmc-begins-building-next-phase-of-fab-14-gigafab/> (дата обращения 15.04.2025).

лизацию проекта строительства завода в г. Гаосюне²¹³;

– *UMC Fab12 P6* (г. Гаосюн). *United Microelectronics Corporation (UMC)*, один из ведущих мировых контрактных производителей полупроводников, в 2021 г. объявил о планах расширения своего 300-миллиметрового завода *Fab 12A* в Научном парке Тайнаня путём добавления шестой фазы (*P6*). *UMC* инвестировала около 3,6 млрд долл. в расширение *Fab 12A*. Проект предусматривал строительство новой производственной линии с еже-месячной мощностью 27,5 тыс. пластин диаметром 300 мм, ориентированной на технологические процессы 28 нм с возможностью перехода на 14 нм в будущем²¹⁴.

TSMC продолжает удерживать лидирующие позиции в производстве по самым передовым техпроцессам (от 7 нм до будущих 2 нм и 1 нм), делая ставку на массовое производство и высокую интеграцию технологических цепочек. *UMC*, в отличие от *TSMC*, ориентирована на зрелые техпроцессы (28 нм), что отражает спрос со стороны потребителей массовой электроники и промышленного сектора. *WIN Semiconductors* специализируется на производстве компонентов на основе арсенида галлия. Это говорит о диверсификации тайваньского полупроводникового сектора как в технологическом, так и в продуктивно-рыночном разрезе.

Таким образом, стратегия Тайваня к 2030 г. представляет собой сбалансированную модель технологического развития, сочетающую инвестиции в передовые научные разработки, экологическую модернизацию производств, институциональное укрепление отрасли и геополитическую адаптацию. Эти меры нацелены на сохранение Тайванем статуса критического звена глобальной полупроводниковой экономики и обеспечение устойчивости в условиях нестабильной международной среды.

²¹³ Win semi's outlook supported by new use cases in optical products and upgrade to Wi-Fi 7 // Morningstar. 02.05.2025. URL: <https://www.morningstar.com/company-reports/1265118-win-semis-outlook-supported-by-new-use-cases-in-optical-products-and-upgrade-to-wi-fi-7> (дата обращения 15.04.2025).

²¹⁴ UMC to expand capacity at its 300mm Fab 12A P6 in Tainan // Evertiq. 30.04.2021. URL: <https://evertiq.com/design/49950> (дата обращения 15.04.2025).

ГЛАВА 7. РОССИИ – ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ В УСЛОВИЯХ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ САНКЦИОННОМУ ДАВЛЕНИЮ

Данная глава посвящена системному обзору текущего положения российской отрасли полупроводников в условиях внешних ограничений и внутренних институциональных трансформаций. В центре внимания – структура торговли, степень зависимости от внешних рынков, оценка технологических возможностей и направления государственной поддержки, а также риски и институциональные дефициты, препятствующие формированию суверенной микроэлектронной инфраструктуры.

Доля России на глобальном рынке микроэлектроники занимает скромные позиции. В 2023 г. экспорт машин и оборудования составил 2,8 млн долл. (менее 0,01% в общемировом экспорте); импорт – 190 млн долл. (0,092% мирового импорта)²¹⁵. В отношении экспорта самих полупроводников и приборов ситуация лучше – в 2023 г. экспорт России составил 82,7 млн долл. (0,021% мирового экспорта), импорт достиг 269 млн долл. (0,13% мирового импорта)²¹⁶.

Представленные данные подтверждают крайне ограниченное присутствие Российской Федерации на мировом рынке микроэлектроники как в сегменте оборудования, так и в сегменте полупроводниковых компонентов. По основным макроэкономическим показателям (экспорт/импорт) доля России остаётся фрагментарной и статистически незначимой, что свидетельствует о недостаточной интеграции в глобальные цепочки поставок и критической зависимости от импорта.

Россия выступает преимущественно как конечный потребитель микросхем и оборудования, при этом не интегрирована ни

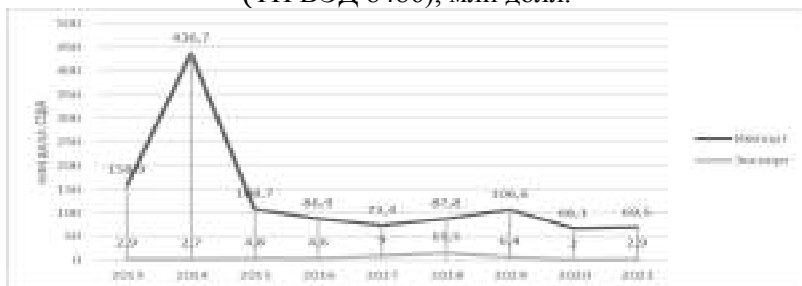
²¹⁵ OEC. URL: <https://oec.world/en/profile/hs/machines-and-apparatus-of-a-kind-used-solely-or-principally-for-the-manufacture-of-semiconductor-boules-or-wafers-semiconductor-devices-electronic-integrated-circuits-or-flat-panel-displays?selector1699id=pctOption&selector1065id=growthOption&multihierarchySelector1068-value=asjpn&multihierarchySelector1068-type=Exporter+Country&selector1140id=Importer> (дата обращения 15.04.2025).

²¹⁶ OEC. URL: <https://oec.world/en/profile/hs/semiconductor-devices?selector1140id=Importer> (дата обращения 15.04.2025).

в одну из критически важных стадий глобальной цепочки: проектирование, контрактное производство, упаковка и тестирование, оборудование. Развитие микроэлектроники в России требует не только мобилизации внутренних ресурсов, но и создания институциональных условий для устойчивого НИОКР-цикла, воспроизводства компетенций и восполнения оборудования, находящегося под санкционными ограничениями.

Рисунок 20

Динамика импорта и экспорта машин и оборудования для производства полупроводников Российской Федерацией (ТН ВЭД 8486), млн долл.



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

Анализ данных о внешней торговле машинами и оборудованием для производства полупроводников свидетельствует о крайне ограниченном участии РФ в соответствующем сегменте глобального рынка в течение последнего десятилетия (рис. 20). За период 2013–2021 гг. Россия продемонстрировала импортозависимость и практически полное отсутствие экспортного потенциала в данной технологической нише.

Импорт оборудования достиг своего пикового значения в 2014 г., составив 43,67 млн долл., что более чем в 2,7 раза превышает уровень 2013 г. (15,89 млн долл.). Вероятно, данный скачок отражает эффект «опережающих закупок» – концентрацию контрактов на поставку высокотехнологичного оборудования в преддверии ожидаемых ограничительных мер со стороны стран Запада после геополитического кризиса вокруг Украины. Уже с 2015 г. наблюдается резкое и устойчивое снижение объёмов ввоза: в 2016–2021 гг. значения стабилизируются в диапа-

зоне 66–108 млн долл., что указывает на формирование долгосрочной тенденции ограничения доступа к критически важным производственным ресурсам.

Экспортные показатели в рассматриваемом периоде остаются на статистически незначимом уровне. Даже в наиболее активный 2018 г. объём экспорта оборудования составил лишь 15,5 млн долл., в то время как в остальные годы колебался в пределах 2–9 млн долл. Такая структура торговли подчёркивает отсутствие у российской микроэлектронной промышленности полноценных компетенций и продуктовых решений в сегменте проектирования, сборки и выпуска специализированных машин и установок для литографии, травления, напыления и тестирования – оборудования, являющегося основой производственного цикла в отрасли полупроводников.

Таким образом, в период 2015–2021 гг. сформировалась устойчивая модель, характеризующаяся следующими чертами:

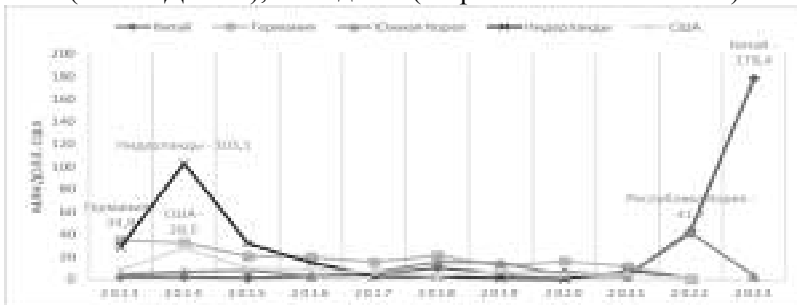
- импорт, ограниченный в основном низко- и среднетехнологичным оборудованием;
- отсутствие экспорта, за исключением единичных поставок, не имеющих системного значения;
- невосполняемый технологический разрыв между внутренними потребностями микроэлектронной отрасли и доступностью оборудования для её модернизации.

Среди основных поставщиков машин и оборудования в Россию выделяются: США, Германия, Япония, Южная Корея, Нидерланды, Китай. Рисунок 21 отражает изменения объёмов импорта в РФ оборудования для производства полупроводников из пяти ключевых стран: Китая, Германии, Южной Кореи, Нидерландов и США. Данные за период 2013–2023 гг. позволяют проследить структуру поставок, влияние санкций и переориентацию внешнеэкономических связей в условиях растущей международной изоляции.

Анализ динамики импорта машин и технологического оборудования для производства полупроводников в РФ за период 2013–2023 гг. показывает радикальные изменения в структуре внешнеэкономических связей, вызванные как санкционным режимом, так и геоэкономической переориентацией. На протяже-

Рисунок 21

Динамика импорта машин и оборудования для производства полупроводников в Россию из основных стран-экспортёров (ТН ВЭД 8486), млн. долл. («зеркальная статистика»)



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

нии десятилетия основными поставщиками оборудования были страны с развитой микроэлектронной промышленностью: Нидерланды, США, Германия, Южная Корея. Однако под влиянием санкций и торгово-технологических ограничений произошло значительное перераспределение торговых потоков.

В 2014 г. наблюдался пик поставок оборудования из Нидерландов и США, достигший соответственно 103,1 млн и 28,5 млн долл., что, вероятно, обусловлено ускоренным заключением контрактов на фоне геополитической эскалации и ожидания ограничений. Однако уже начиная с 2015 г. объёмы импорта из этих стран снижались до статистически незначимых значений и вплоть до 2023 г. оставались крайне ограниченными. Данная тенденция чётко коррелирует с введением и последовательным ужесточением экспортного контроля на поставку высокотехнологичного оборудования, включая литографические установки, травильные машины и измерительные комплексы.

Германия и Южная Корея, несмотря на менее жёсткую санкционную политику, показали волнообразную динамику. В частности, Германия обеспечивала поставки на уровне 10–30 млн долл. до 2019 г., однако в последующем также сократила экспорт. Южная Корея, напротив, показала краткосрочный рост в 2022 г. (41,7 млн долл.), что, вероятно, отражает использование

«окна возможностей» в торгово-логистических взаимодействиях. Но в 2023 г. эти объёмы вновь были сокращены, что может свидетельствовать о координации с западными странами по линии экспортного контроля.

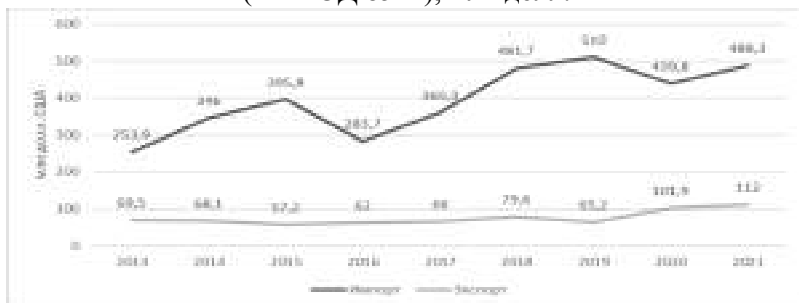
Наиболее существенным изменением в структуре поставок стало стремительное увеличение объёма импорта из Китайской Народной Республики: если в предыдущие годы он оставался в пределах 5–20 млн долл., то в 2023 г. достиг 178,4 млн долл., что составляет абсолютный максимум за весь исследуемый период. Эта тенденция указывает на формирование нового центра технологической зависимости России и перераспределение внешнеторговых связей в сторону азиатских партнёров, прежде всего КНР. Таким образом, Китай, на фоне технологической изоляции России, становится доминирующим поставщиком оборудования, способного частично компенсировать недоступность западных аналогов.

Рассматриваемый период характеризуется глубокой трансформацией географии импорта оборудования для производства полупроводников в России. Если в первой половине десятилетия страна опиралась на высокотехнологичную продукцию из США и Евросоюза, то после введения санкций основной вектор сместился в сторону азиатских поставщиков, прежде всего Китая. Такая переориентация, с одной стороны, позволяет в определённой степени поддерживать функциональность национального полупроводникового сектора, а с другой – порождает новые риски односторонней зависимости и технологического ограничения, особенно в сегментах, где китайские решения уступают по уровню западным аналогам. В этих условиях особую актуальность приобретает разработка стратегий диверсификации, развитие внутренней индустрии оборудования и формирование устойчивых форм международной кооперации в обход традиционных технологических центров.

Рассмотрим особенности импорта и экспорта полупроводников в России. На рисунке 22 представлены данные по импорту и экспорту чипов на основе доступной статистики по внешней торговле России.

Динамика внешней торговой РФ по полупроводниковым из-

Динамика импорта и экспорта полупроводников в России
(ТН ВЭД 8541), млн долл.



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

деляям, включая интегральные схемы, транзисторы, диоды и другие элементы микроэлектроники, за период 2013–2021 гг. отличается устойчивой структурной зависимостью от внешних поставок и ограниченными экспортными возможностями в данной высокотехнологичной области.

Импорт полупроводников показывал положительную динамику на протяжении большей части исследуемого периода (2013–2021 гг.). Объёмы импорта выросли с 253,9 млн в 2013 г. до 488,3 млн долл. в 2021 г., что свидетельствует о более чем двукратном увеличении потребления зарубежной продукции. Рост был особенно выражен в 2017–2019 гг., достигнув максимума в 2019 г. – 510 млн долл., после чего наблюдалось временное снижение до 439,8 млн долл. в 2020 г. Тем не менее уже в 2021 г. объёмы вновь выросли, что указывает на стабильный спрос на импортные компоненты в условиях продолжающейся цифровизации экономики и зависимости критических отраслей от внешних поставок.

В то же время показатели экспорта полупроводников оставались существенно ниже. На начальном этапе периода объём экспорта колебался в пределах 57–70 млн долл., свидетельствуя о слабой экспортной ориентации сектора. Лишь после 2017 г. наблюдается умеренный рост, достигший 112 млн долл. в 2021 г. – максимального значения за рассматриваемый период.

Таким образом, к концу десятилетия экспортная активность усилилась, однако её объём составил лишь около 23% от импорта, что подчёркивает отрицательное сальдо в торговле полупроводниковой продукцией.

Такая структура внешнеэкономической активности отражает не только внутренние дефициты производственных мощностей, но и технологическое отставание по сравнению с ведущими странами – экспортёрами высокотехнологичных чипов. Значительная часть импорта приходится на микросхемы общего назначения, используемые в потребительской электронике, телекоммуникационном оборудовании и оборонно-промышленном комплексе, что делает зависимость от внешних поставщиков стратегически значимой.

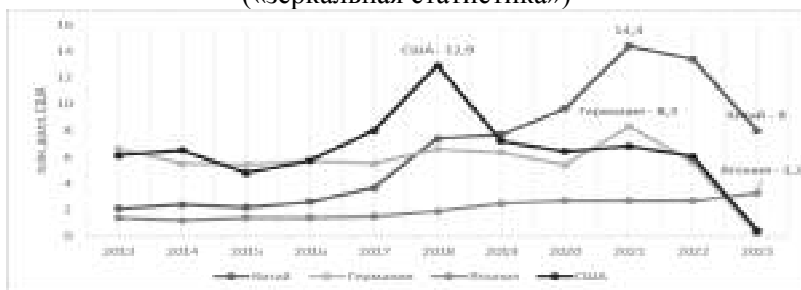
В совокупности данные подтверждают, что РФ сохраняет позицию нетто – импортёра полупроводников на фоне ограниченного экспортного потенциала, ориентированного преимущественно на узкие сегменты (например, силовую электронику или микросхемы специального назначения). Преодоление сложившегося дисбаланса требует реализации долгосрочной стратегии, направленной на наращивание производственных мощностей, стимулирование разработки отечественных компонентов и интеграцию в новые международные кооперационные форматы в условиях санкционного давления и технологической изоляции.

Основные импортёры российской продукции полупроводников за рассматриваемый период (2013–2024 гг.) – Германия, Китай, Беларусь, Южная Корея, Тайвань, Индия. Основной экспорт полупроводников шёл в Россию из Китая, США, Японии, Германии, Франции, Сингапура.

На рисунке 23 представлена динамика импорта полупроводниковых компонентов (включая интегральные схемы, транзисторы, диоды и пр.) в Россию из четырёх ключевых стран: США, Китая, Японии и Германии. Исследование охватывает период с 2013 по 2023 г. и позволяет отследить изменения в географической структуре поставок под влиянием санкционных, логистических и политико-экономических факторов.

Анализ структуры импорта полупроводниковых компонентов в Россию за период 2013–2023 гг. позволяет выявить систем-

Динамика импорта полупроводников в Россию из основных стран-экспортёров (ТН ВЭД 8541), млн долл.
(«зеркальная статистика»)



Источник: Comtrade UN. URL: <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (дата обращения 05.08.2025).

ные сдвиги в географии поставок и степень воздействия международных ограничительных мер на доступ к критическим технологиям. Графические данные, отражающие объёмы поставок из четырёх ключевых стран: США, Китая, Японии и Германии, показывают, что внешнеэкономическая конфигурация в данной высокотехнологичной области претерпела радикальные изменения на фоне растущей геополитической напряжённости.

До 2018 г. Соединённые Штаты занимали ведущую позицию среди поставщиков полупроводников в Россию. Пик объёма импорта был зафиксирован в 2018 г. и составил 12,9 млн долл. Однако начиная с 2019 г., под влиянием усиления санкционного режима, объёмы поставок показывают устойчивую нисходящую тенденцию, достигнув фактического обнуления к 2023 г. Этот процесс отражает не только ограничение официальных экспортных каналов, но и экстерриториальное применение мер экспортного контроля со стороны США, распространяющихся на продукцию двойного назначения и высокочувствительные компоненты.

На фоне ухода западных производителей ключевым поставщиком полупроводников для российской промышленности стал Китай. Объёмы импорта из КНР увеличились с 2 млн долл. в 2013 г. до рекордных 14,4 млн долл. в 2021 г. Хотя в последующие годы наблюдается умеренное снижение (до 8 млн долл. в

2023 г.), Китай сохраняет лидирующую позицию, компенсируя снижение доступности американских и европейских компонентов. Такая переориентация свидетельствует о нарастающей зависимости России от одного внешнего поставщика и об усилении стратегического партнёрства в условиях технологической изоляции.

Поставки из Японии и Германии также сократились после 2021 г. В частности, японский экспорт упал с 6–7 млн долл. в предыдущие годы до 3,3 млн долл. в 2023 г., что, вероятно, связано с координацией санкционной политики Японии с союзниками по «Группе семи». Германия, несмотря на более плавную динамику, сократила объёмы экспорта с 8,3 млн в 2021 г. до 4 млн долл. В 2023 г., что указывает на снижение экономических связей и ограничения, наложенные на продукцию технологического назначения.

Таким образом, на протяжении рассматриваемого периода (2013–2023 гг.) структура импорта полупроводников в Россию сместилась от многонаправленной и технологически диверсифицированной модели к концентрированной зависимости от одного источника – Китая. Это отражает более широкую тенденцию деглобализации и политизации высокотехнологических цепочек поставок. В условиях продолжающегося санкционного давления формирующаяся архитектура импорта отличается сниженной устойчивостью, дефицитом технологического разнообразия и высокой чувствительностью к внешним шокам.

Западные санкции, введённые против России начиная с 2014 г. и значительно усиленные после 2022 г., оказали глубокое и многоуровневое влияние на развитие отечественной микроэлектронной отрасли. Эти меры затронули как прямой экспорт критически важного оборудования и программного обеспечения, так и косвенные компоненты глобальных цепочек поставок.

Одним из наиболее болезненных последствий санкций стало ограничение доступа к литографическому, травильному, измерительному и упаковочному оборудованию, производимому такими компаниями, как *ASML* (Нидерланды), *Applied Materials* (США), *Tokyo Electron* (Япония). Это практически заблокировало возможность модернизации или создания производст-

венных линий по передовым техпроцессам (65 нм и ниже).

ASML, являющаяся единственным в мире производителем оборудования для экстремально ультрафиолетовой литографии, прекратила поставки своей продукции в Россию в соответствии с санкциями Евросоюза. Несмотря на это, российские компании смогли получить запасные части для устаревших литографических машин *ASML*, таких как *PAS 5500*, через посредников в Китае, обходя санкции. Эти машины, хотя и не являются передовыми, всё ещё могут использоваться для производства аналоговых чипов, применяемых в военной технике, включая дроны²¹⁷.

Японская компания *Tokyo Electron*, один из ведущих производителей оборудования для травления и нанесения тонких плёнок, также прекратила поставки своей продукции в Россию. Это решение было принято в рамках соглашения между Японией и США о контроле за экспортом полупроводниковых технологий в страны, представляющие угрозу национальной безопасности. Американская компания *Applied Materials*, специализирующаяся на производстве оборудования для нанесения тонких плёнок и измерительных систем, остановила поставки в Россию в соответствии с санкциями США. Эти меры ограничили доступ российских производителей к современным технологиям, необходимым для производства передовых полупроводников.

Кроме того, были отозваны лицензии на использование западных систем автоматизированного проектирования (САПР), выпускаемых *Synopsys*, *Cadence Design System* (США) и *Siemens* (Германия), что привело к серьёзному ограничению в проектировании микросхем и задержке в реализации проектов на уровне проектирования. Компания *Synopsys* официально объявила о приостановке всех операций в России во II квартале 2022 г., подчёркивая, что до снятия санкций США она не сможет предоставлять технологии или оказывать поддержку клиентам в России и Беларуси²¹⁸. Аналогичным образом *Cadence Design Sys-*

²¹⁷ Russian firms bought spare parts for 25-year-old ASML machines, says newspaper Trouw // Reuters. 05.09.2024. URL: <https://www.reuters.com/technology/russian-firms-bought-spare-parts-25-year-old-asml-machines-says-newspaper-trouw-2024-09-05> (дата обращения 15.04.2025).

²¹⁸ Synopsys. Quarterly Report (Form 10-Q), Q2 FY2022. URL: https://s201.q4cdn.com/778493406/files/doc_financials/2022/q2/form10q-q2-

tems полностью прекратила свою деятельность в России, включая предоставление лицензий на программное обеспечение и профессиональные услуги²¹⁹. *Siemens EDA*, являющаяся подразделением немецкого концерна *Siemens*, также прекратила поставки своих продуктов в Россию, следуя общей политике компании по сворачиванию бизнеса в стране.

Ограничение доступа к передовым системам автоматизированного проектирования от этих компаний существенно затруднило разработку современных микросхем в России, поскольку их программные решения являются стандартом в мировой полупроводниковой промышленности. Отсутствие доступа к таким инструментам привело к задержкам в реализации проектов на уровне разработки и ограничило возможности российских инженеров в создании конкурентоспособных интегральных схем. В условиях санкционного давления российские компании вынуждены искать альтернативные решения, включая развитие собственных САПР и использование программного обеспечения с открытым исходным кодом. Однако такие меры требуют значительных временных и финансовых ресурсов и не могут в краткосрочной перспективе полностью компенсировать утрату доступа к передовым западным технологиям.

Санкции также затронули поставки комплектующих, включая кремниевые пластины, фоторезисты, материалы упаковки и зарубежные чипы общего назначения. В условиях прекращения официальных каналов поставки сформировалась система «параллельного импорта» и логистических обходных маршрутов через третьи страны (например, Турцию, ОАЭ, Китай), что существенно увеличило стоимость, сроки поставок и риски качества.

Многие российские предприятия оказались под санкциями, что ограничило их возможность вести расчёты в валюте, использовать международные платформы заключения контрактов и лицензирования. Отдельные организации были внесены в списки ограниченного экспорта, что усилило давление на сегмент НИОКР и межнациональную кооперацию.

2022.pdf (дата обращения 22.08.2025).

²¹⁹ Leave Russia. URL: <https://leave-russia.org/cadence> (дата обращения 15.04.2025).

В ответ на санкции Россия активизировала внутренние меры поддержки отрасли, включая:

- развитие программ субсидирования проектирования и производства чипов;
- использование специализированных институтов и фондов (например, «Росэлектроника», Фонд развития промышленности);
- запуск инициатив по проектированию отечественных процессоров («Байкал», «Эльбрус», «Скиф»);
- принятие нормативных актов о преференциях для «российской радиоэлектроники» (включая правила признания происхождения с 2026 г.). В проекте изменений к постановлению Правительства РФ №719 «О подтверждении производства российской промышленной продукции» речь идёт о внедрении балльной системы оценки уровня локализации. Изменения коснулись в т.ч. интегральных микросхем (ИМС). С 1 января 2026 г. ИМС первого уровня (наиболее сложные изделия) будут признавать российскими, если они набрали минимум 83 балла; с 2030 г. – 85 баллов; начиная с 2031 г. – 91 балл. Значительная часть баллов (до 52) начисляется за полный цикл производства и операционный контроль.

Премьер-министр Российской Федерации М.В. Мишустин неоднократно подчёркивал стратегическую значимость развития отечественной микроэлектронной отрасли в условиях внешнеполитического давления и санкционных ограничений.

В рамках поддержки отрасли микроэлектроники в 2024 г. в России было выделено 210 млн руб., что значительно превышает показатели предыдущего года. Также планируется выделить в общей сложности до 3,5 млрд руб. на развитие отрасли с целью выйти на производство полупроводников по технологии 14 нм. Министерство промышленности и торговли РФ поставило цель к 2030 г. заместить отечественной продукцией до 70% потребности российского рынка²²⁰.

Фонд развития промышленности (ФРП) предоставляет льгот-

²²⁰ Схема подъёма. Как Россия стала одной из самых быстрорастущих стран в области микроэлектроники // СБЕР Про. 31.05.2024. URL: <https://sber.pro/publication/shema-podyoma-kak-rossiya-stala-odnoi-samih-bistrorastuschih-stran-v-oblasti-mikroelektroniki> (дата обращения 15.04.2025).

ные займы под 3–5% годовых сроком до 7 лет на реализацию проектов в области микроэлектроники, включая разработку новой продукции, импортозамещение и модернизацию производственных мощностей. С 2022 г. для предприятий, включённых в реестр Минпромторга, действует сниженная ставка налога на прибыль: 3% в федеральный бюджет и 0% в региональные бюджеты. Также предусмотрены пониженные тарифы страховых взносов до 7,6%. В 2024 г. принято решение о продлении этих льгот на три года и возможном расширении их действия на производителей электронного машиностроения²²¹.

Государство предоставляет субсидии на проведение НИОКР в области микроэлектроники. Максимальный ежегодный размер субсидии на один проект составляет до 1,5 млрд руб., при этом срок реализации проекта не должен превышать 7 лет. Разработка электронно-компонентной базы (ЭКБ) и других ключевых технологий поддерживается через Российский научный фонд, фонд «Сколково» и Фонд содействия инновациям, что обеспечивает целевое финансирование и ускоряет внедрение новых решений.

В 2025 г. Минпромторг планирует отказаться от прямых субсидий производителям и разработчикам ЭКБ, предлагая взамен льготное кредитование через ФРП. Эта инициатива направлена на повышение эффективности использования бюджетных средств и стимулирование серийного выпуска продукции²²².

Процессор «Байкал-М» представляет собой отечественную систему на кристалле, разработанную компанией «Байкал Электроникс» на основе архитектуры *ARMv8-A*. Он ориентирован на использование в настольных компьютерах, рабочих станциях, и встраиваемых системах. В тестах производительности «Байкал-М» демонстрирует результаты, сопоставимые с процессорами *Intel Core i3 7300T* и *Core i5-10210U*. В частности, в тесте *HP*

²²¹ В России продлят и расширят налоговые льготы для производителей микроэлектроники // CNews. 24.09.2024. URL: https://www.cnews.ru/news/top/2024-09-24_v_rossii_prodyat_i_rasshiryat (дата обращения 15.04.2025).

²²² Шаг вперёд или назад? Минпромторг меняет правила поддержки российских производителей ЭКБ // Telesputnik. 15.04.2025. URL: <https://telesputnik.ru/materials/gov/news/sag-vpered-ili-nazad-minpromtorg-menyaet-pravila-podderzki-rossiiskix-proizvoditelei-ekb> (дата обращения 15.04.2025).

Linpack он превосходит *i3 7300T*, а в тесте *Coremark* незначительно ему уступает. Однако в задачах, требующих высокой производительности памяти и кеш-подсистемы, а также при выполнении операций на языках программирования *JavaScript* и *RНР*, *Intel* показывает лучшие результаты²²³.

Проект разработки отечественного микропроцессора «Байкал-М» привлёк значительную финансовую поддержку. По данным на конец 2019 г., «Байкал Электроникс» получила от Минпромторга субсидии на общую сумму около 5 млрд руб. С учётом государственных субсидий и частных вложений общий объём инвестиций в проект «Байкал-М» на начальных этапах разработки оценивается в сумму, превышающую 7 млрд руб.

Проект «Эльбрус», реализуемый компанией АО «МЦСТ», представляет собой одну из ключевых инициатив в области отечественной микроэлектроники, направленную на обеспечение технологического суверенитета РФ. Точные данные о совокупных инвестициях в проект «Эльбрус» ограничены в открытых источниках. Известно, что разработка процессора «Эльбрус-8СВ» обошлась в 621 млн руб., согласно госконтракту. Однако в 2022 г. компания «МЦСТ» трижды не смогла получить государственное финансирование на разработку нового чипа, несмотря на запросы, оцениваемые до 1,5 млрд руб. в год²²⁴. До 2022 г. производство процессоров «Эльбрус» осуществлялось на тайваньском заводе *TSMC*. Однако введение санкций привело к прекращению сотрудничества, что вынудило «МЦСТ» искать альтернативные производственные площадки внутри России. В частности, рассматривалась возможность переноса производства на завод «Микрон» в Зеленограде²²⁵.

В 2025 г. Министерство цифрового развития России разме-

²²³ Производительность «Байкал-М» сравнили с процессорами Intel // Хабр. 25.04.2020. URL: <https://habr.com/ru/news/498994/> (дата обращения 15.04.2025).

²²⁴ Разработчики процессоров «Эльбрус» раскрыли сотни тысяч строк кода, о возобновлении выпуска пока речи не идет // Бизнес Онлайн. 03.07.2024. URL: https://m.business-gazeta.ru/news/639478?utm_source=chatgpt.com (дата обращения 15.04.2025).

²²⁵ Разработчик процессоров «Эльбрус» перенесёт их производство с Тайваня. Но это может увеличить себестоимость изделий // РБК. 30.05.2022. URL: https://www.rbc.ru/technology_and_media/30/05/2022/6290e5e39a794746a563548c (дата обращения 15.04.2025).

стило заказ на 48 серверов на базе процессоров «Эльбрус» для информационной системы «Мир» с начальной ценой контракта в 349,8 млн руб. Кроме того, в рамках проекта региональных центров управления планируется внедрение более миллиона устройств, работающих на отечественных процессорах «Эльбрус»²²⁶.

Таким образом, Россия реализует многоплановую стратегию²²⁷ поддержки микроэлектронной отрасли, направленную на достижение технологического суверенитета, развитие отечественных производственных мощностей и снижение зависимости от зарубежных технологий. Тем не менее низкий уровень зрелости производственных мощностей (в основном на уровне 90–130 нм) и отставание в области фото/литографического производства ограничивают темпы замещения.

Пытаясь компенсировать дефицит западных поставок, Россия усилила технологическое взаимодействие с Китаем, Малайзией, Турцией и Ираном. Однако эти страны не всегда предоставляют передовые технологии, а сотрудничество с ними носит фрагментарный, прагматичный и во многом ограниченный характер.

В рамках усилий по укреплению национального технологического суверенитета в области микроэлектроники Минпромторг РФ инициировал введение балльной системы оценки уровня локализации производства интегральных микросхем²²⁸. Соответствующий проект нормативного правового акта опубликован на официальном портале проектов нормативных документов и предполагается к поэтапному введению с 1 января 2026 г.²²⁹

²²⁶ В России готовится госпроект, требующий миллиона процессоров «Эльбрус» // CNews. 02.11.2024. URL: https://www.cnews.ru/news/top/2024-11-02_v_rossii_hotyat_razvernut (дата обращения 15.04.2025).

²²⁷ Распоряжение Правительства РФ от 17 января 2020 г. № 20-р О Стратегии развития электронной промышленности РФ на период до 2030 г. и плане мероприятий по её реализации // Гарант. 2020. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73340483/> (дата обращения 22.08.2025).

²²⁸ Минпромторг расписал планы по локализации микросхем до 2038 года // Российская газета. 19.05.2025. URL: <https://rg.ru/2025/05/20/chipam-dali-srok.html> (дата обращения 15.04.2025).

²²⁹ Проект Постановления Правительства Российской Федерации «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 17 июля 2015 г. № 719» (подготовлен Минпромторгом России 16.05.2025). URL: <https://>

Целью данной инициативы является модернизация действующих критериев отнесения продукции к категории российской с учётом специфики технологического цикла производства микросхем I и II уровней. В отличие от ранее действовавшего принципа наличия конкретных операций на территории Российской Федерации, новая система предлагает количественно выражаемый подход, при котором производителю начисляется определённое количество баллов в зависимости от совокупности реализуемых производственных стадий и степени использования отечественных материалов, компонентов и оборудования.

Согласно проекту для продукции уровня I (в частности, процессоров и микроконтроллеров) минимальный порог, необходимый для признания изделия локализованным, будет установлен на уровне 83 баллов с 2026 г. В дальнейшем критерии будут ужесточаться, достигая полного уровня локализации (100 баллов) к 2035 г. Для микросхем уровня II, включающих в себя, например, модули памяти или аналого-цифровые преобразователи, методика оценки варьируется в зависимости от применяемых технологических решений, архитектуры и глубины переработки.

Разработка балльной системы преследует не только регуляторные цели, но и служит инструментом стимулирования отечественных производителей к углублению технологической цепочки на территории России. Продукция, набравшая достаточное количество баллов и включённая в реестр российской промышленной продукции, будет иметь приоритет в рамках системы государственных и корпоративных закупок, а также сможет претендовать на государственные меры поддержки, включая субсидии, налоговые льготы и первоочередное финансирование.

Таким образом, предложенная система формализует подход к оценке технологической локализации, создаёт условия для гибкой адаптации различных моделей производственной кооперации и представляет собой значимый шаг в направлении институционального оформления промышленной политики Российской Федерации в области микроэлектроники. В долгосрочной перспективе механизм может способствовать формирова-

нию устойчивой внутренней экосистемы проектирования и производства полупроводников с высоким уровнем добавленной стоимости.

В 2025 г. Минпромторг РФ начал ужесточать политику в отношении контрактов на разработку микросхем. Согласно открытым данным Министерство начислило 500 млн руб. штрафов российским компаниям за просрочку работ по государственным контрактам. Основные проблемы у компаний возникали на этапах тестирования и вывода продукции в серийное производство²³⁰. Во многом причиной стала нехватка компонентов и оборудования.

* * *

Полупроводниковая промышленность в России занимает периферийное положение в глобальной технологической системе, несмотря на наличие научной и инженерной базы, унаследованной от СССР. В условиях обостряющейся геοэкономической конкуренции и технологической изоляции отрасль оказалась в фокусе государственной промышленной политики, нацеленной на формирование внутренней технологической базы и снижение зависимости от импорта критических компонентов.

Современное состояние российского сектора микроэлектроники характеризуется низкой долей на глобальных рынках: в 2023 г. экспорт оборудования для производства микросхем составил менее 0,01% от мирового объёма, экспорт самих полупроводников – около 0,02%. В то же время импорт по обоим направлениям в разы превышает экспортные показатели, что свидетельствует о выраженной технологической и производственной зависимости. Основные компетенции сосредоточены в сегментах специальной, оборонной и силовой электроники, тогда как массовое производство высокопроизводительных универсальных микросхем практически отсутствует.

Санкции, введённые в отношении России с 2014 г. и значительно расширенные после 2022 г., усилили барьеры доступа к

²³⁰ Власти массово штрафуют ИТ-компании за срыв сроков производства микроэлектроники. Сумма штрафов перевалила за полмиллиарда // CNews. 23.05.2025. URL: https://www.cnews.ru/news/top/2025-05-23_minpromtorg_oshtrafoval_it-kompanii (дата обращения 15.04.2025).

ключевым технологиям: литографическому оборудованию, САПР, фотолитографическим материалам и компонентам. Это поставило перед государством задачу реформатирования отрасли на принципах мобилизационной экономики – через жёсткую локализацию, импортозамещение, нормативное стимулирование и создание параллельных логистических каналов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современная архитектура глобальной торговли в сфере полупроводников и оборудования для их производства демонстрирует устойчивую динамику роста, сопровождающуюся как геоэкономической концентрацией, так и постепенной диверсификацией участников. Стратегическое значение отрасли обуславливает активное вмешательство государств и трансформацию традиционных логистических и производственных маршрутов, формируя новую конфигурацию международных связей.

Одной из ключевых тенденций последних лет стало усиление экспортного потенциала Китая в сфере полупроводников. Пекин не только стремится обеспечить внутренний технологический суверенитет путём масштабных государственных инвестиций в локальное производство, но и всё активнее наращивает экспортные поставки, в т.ч. в страны Глобального Юга. Параллельно с этим КНР остаётся крупнейшим мировым импортёром технологических машин и оборудования, необходимых для производства микросхем, что отражает его зависимость от внешних поставок критических компонентов.

Наряду с Китаем, основными импортёрами оборудования остаются Тайвань и Южная Корея, где сосредоточены ведущие производственные мощности и инновационные кластеры. Эти акторы также выступают как системообразующие участники международной полупроводниковой торговли.

Соединённые Штаты Америки, несмотря на высокий уровень технологического развития, продолжают активно импортировать полупроводники, поддерживая широкий спектр внутренних производств, включая автомобильную, аэрокосмическую и оборонную промышленность.

В группе стран – основных экспортёров оборудования для производства полупроводников сохраняют устойчивые позиции Япония и Евросоюз, особенно Нидерланды, являющиеся глобальными лидерами в сегменте литографических установок.

Таким образом, глобальная торговля в области полупроводников и соответствующего технологического оборудования включает одновременно процессы концентрации и расширения. Ведущие технологические центры укрепляют своё доминирование, тогда как новые участники интегрируются в отрасль, способствуя её географической диверсификации и росту устойчивости в ситуации возросших геэкономических и политических рисков.

В условиях усиливающейся геэкономической конкуренции полупроводниковая отрасль занимает центральное место в стратегических приоритетах Соединённых Штатов. Нарастание технологического и производственного потенциала Китая вызывает обеспокоенность американских политических и экономических элит, особенно на фоне высокой степени концентрации производственных мощностей в странах Восточной и Юго-Восточной Азии. Такая географическая асимметрия повышает уязвимость глобальных цепочек поставок и угрожает технологической независимости США.

В ответ на эти вызовы Вашингтон реализует курс на реиндустриализацию и восстановление собственного промышленного суверенитета. Центральным элементом данной стратегии стала реализация масштабной государственной программы поддержки производства полупроводников и научно-исследовательских разработок (Закон о чипах и науке), направленной на создание стимулов для размещения производственных мощностей внутри страны, развитие высококвалифицированных кадров и укрепление национальной исследовательской базы.

Параллельно с внутренними мерами США активизировали внешнеэкономическое давление на Китай, вступив в фазу т.н. технологической и торговой войны. Эта стратегия включает введение экспортных пошлин, ограничение доступа китайских компаний к передовым технологиям и оборудованию, а также запрет на поставку критически важных компонентов, включая чи-

пы и САПР-системы. Такие меры нацелены на сдерживание темпов технологического развития КНР и предотвращение её выхода на передовые рубежи в стратегически значимых секторах.

Таким образом, действия США отражают стремление сохранить глобальное технологическое лидерство и минимизировать зависимость от внешних источников в критически важных отраслях. Одновременно они усиливают фрагментацию мировой полупроводниковой отрасли, формируя новую геоэкономическую конфигурацию, основанную на политически мотивированных блоках и ограниченном трансграничном сотрудничестве.

ЕС признаёт стратегическую значимость микроэлектроники и полупроводников, рассматривая их как ключевой элемент для обеспечения цифрового суверенитета и конкурентоспособности в глобальных цепочках создания стоимости. Принятые меры, включая Закон о чипах, направлены на ускоренное реагирование на внешние вызовы – от развития отечественного производства до снижения зависимости от внешних поставок. Однако, несмотря на эту активную реакцию, инициатива критикуется за отсутствие долгосрочного стратегического видения и чрезмерную ориентированность на устранение кризисных явлений.

Создание координационных органов, виртуальных платформ для проектирования и сети центров компетенций свидетельствует о попытке объединить знания, инновации и ресурсы внутри Союза для повышения эффективности отрасли. Тем не менее ЕС остаётся зависимым от зарубежных поставщиков в ключевых звеньях производственной цепочки, что подчёркивает необходимость системного подхода – детального стратегического картирования возможностей, активного развития НИОКР и инвестиций в кадровый потенциал.

Наконец, успех стратегии напрямую зависит от способности ЕС не только увеличить долю на мировом рынке, но и обеспечить устойчивость поставок посредством активного международного сотрудничества с такими странами, как США, Япония и Южная Корея. Таким образом, экспертное сообщество ЕС отмечает, что для достижения поставленных целей Союзу необходимо перейти от краткосрочных мер, ориентированных на устранение кризисов, к разработке комплексной и долгосрочной

стратегии, способной стимулировать инновации, создавать условия для масштабных инвестиций и развивать квалифицированные кадры.

На фоне глобальной конкуренции в полупроводниковой отрасли такие технологически развитые государства, как Япония, Южная Корея и Тайвань, активно реализуют национальные стратегии, направленные на сохранение и укрепление своих позиций в ключевых сегментах глобальной цепочки создания стоимости. Центральное место в этих стратегиях занимает государственная поддержка научно-исследовательской деятельности, субсидирование промышленного производства, развитие инфраструктуры и стимулирование частных инвестиций в высокотехнологичные отрасли.

Ведущие экономические акторы Юго-Восточной Азии демонстрируют стремление к поддержанию тесного партнёрства с Соединёнными Штатами, рассматривая его как элемент гарантии экономической стабильности, доступа к рынкам и совместного развития передовых технологий. Это особенно актуально в условиях технологической конфронтации США и Китая, в которой Япония, Южная Корея и Тайвань, с одной стороны, пытаются сохранить стратегическую автономию, а с другой – избегают прямого вовлечения в конфронтационные сценарии, поддерживая сбалансированную внешнеэкономическую политику.

Тем не менее взаимодействие между самими этими странами не лишено противоречий. Наиболее яркий пример – торговый конфликт между Японией и Южной Кореей, обострившийся в 2019 г. Тогда Токио ввёл экспортные ограничения на поставку в Корею критически важных химических материалов (в частности, фтористого водорода, фоторезистов и фторированного полиимида), необходимых для производства микросхем и дисплеев. Эта мера была обусловлена как политическими, так и экономическими соображениями и показала, насколько высока степень взаимозависимости в регионе, а также уязвимость цепочек поставок к двусторонним конфликтам.

Таким образом, несмотря на общую направленность на развитие и технологическое лидерство, между ключевыми странами Азии сохраняются конкурентные и геополитически чувст-

вительные отношения, что требует от них тонкой координации внутренней и внешней промышленной политики в рамках сложной системы глобальных и региональных балансов.

Относительно стратегического положения и перспектив развития микроэлектронной отрасли в Российской Федерации можно сделать следующие выводы. РФ занимает ограниченное и структурно зависимое положение в международной архитектуре производства полупроводников. Сектор ориентирован преимущественно на потребление готовых микросхем и импорт оборудования, а доля в глобальном экспорте как изделий, так и технологических систем остаётся статистически незначительной.

Санкционные ограничения, наложенные с 2014 г., стали катализатором сдвига в географии внешнеэкономических связей. В результате Россия была вынуждена переориентироваться с традиционных партнёров в США, ЕС и Японии на новые каналы поставок, в первую очередь из Китая, а также настраивать торгово-технологический диалог с Индией и другими странами Глобального Юга. Одним из наиболее тяжёлых последствий санкций стало прекращение поставок критического оборудования: литографических машин, САПР, травильных установок и фотолитографических материалов. Это создало структурные барьеры для реализации технологических проектов в диапазоне 28 нм и замедлило реализацию проектов отечественных процессоров и систем на кристалле.

В ответ на вызовы российское государство развернуло политику поддержки отрасли, основанную на инструментах прямого и косвенного стимулирования: субсидиях на НИОКР, льготных кредитах, налоговых преференциях, программах импортозамещения и инвестициях в инфраструктуру. Эти меры нацелены на формирование внутреннего рынка и локализацию всех стадий производства – от проектирования до упаковки и тестирования.

В стратегическом горизонте обозначена цель – достижение уровня производства интегральных схем с техпроцессом 14 нм. Этот ориентир соответствует «пороговой зрелости» массовых технологий начала 2010-х гг. и может рассматриваться как реалистичный, но всё ещё технологически сложный рубеж с учётом текущего состояния отраслевой инфраструктуры.

Принимая во внимание высокую научно-технологическую интенсивность полупроводниковой отрасли, глобальности цепочек поставок и скорости технологических циклов, полное развитие микроэлектронной экосистемы в условиях изоляции представляется затруднительным. В этих условиях особое значение приобретает международное технологическое сотрудничество. В качестве приоритетных направлений рассматривается углубление партнёрства с Китаем и Индией, где имеются как производственные, так и научные ресурсы, способные дополнить российские компетенции.

Таким образом, современная российская микроэлектронная отрасль находится в точке структурного перелома, где прежняя интеграция в глобальные цепочки поставок более не воспроизводится, а новая модель, основанная на суверенитете и локализации, требует глубоких институциональных, технологических и кадровых трансформаций. В условиях международной турбулентности устойчивое развитие возможно лишь при сочетании внутреннего мобилизационного ресурса с избирательной международной кооперацией в сферах, не подверженных риску политической дестабилизации.

В ближайшей перспективе полупроводниковая отрасль будет развиваться под воздействием ряда стратегических тенденций, среди которых ключевыми выступают развитие человеческого капитала, обеспечение устойчивости глобальных цепочек создания стоимости, стимулирование выхода на новые рынки, а также поддержание открытости мировой торговли.

Одним из приоритетных направлений для компаний-производителей становится формирование и расширение кадрового потенциала на всех уровнях. Эта задача предполагает не только активное взаимодействие с образовательными учреждениями, но и реализацию сбалансированной миграционной политики, а также программы переподготовки специалистов в соответствии с меняющимися технологическими требованиями.

Глобальные цепочки добавленной стоимости, значительная часть которых сконцентрирована в регионе Юго-Восточной Азии, остаются уязвимыми к рискам природного и геополитического характера. В связи с этим перед отраслью стоит задача

диверсификации и повышения устойчивости логистических и производственных маршрутов. При этом необходимо учитывать, что государственная поддержка, оказываемая в ряде стран, носит ограниченный по времени характер.

Глобальные цепочки добавленной стоимости в Юго-Восточной Азии снижают средние издержки на единицу продукции при увеличении объёмов производства и ускоряют инновации, но одновременно повышают уязвимость отрасли к природным и геополитическим рискам. Стратегия диверсификации и развития новых маршрутов сталкивается с противоречием: она снижает зависимость от отдельных центров, но требует значительных инвестиций в инфраструктуру и компетенции.

Государственная поддержка в форме субсидий и налоговых льгот стимулирует расширение производства, однако её ограниченность по времени ставит компании перед задачей поиска долгосрочных механизмов устойчивости. Аналогично развитие отрасли требует сохранения принципов свободной торговли и кооперации, в то время как усиливающийся протекционизм и курс на технологический суверенитет подрывают саму основу глобальной инновационной динамики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеева Е.А., Аверина Т.А., Балашова Н.А. Технологические прорывы как основополагающий фактор глобальной конкурентоспособности // Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2022. №2. С. 141–147.
2. Акимова В.В., Чернецкий Ф.М. Трансформация территориальной структуры обрабатывающей промышленности Республики Корея в XXI в. // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2024. №5. С. 90–100.
3. Арапова Е.Я. Торговая война США и Китая: экономические и правовые эффекты // Сравнительная политика. 2022. №1–2. С. 98–115.
4. Белов В.Б. Состояние и перспективы иммиграции квалифицированной рабочей силы в Германии // Научно-аналитический вестник ИЕ РАН. 2023. №5. С. 73–87.
5. Волгина Н.А. Решоринг в США: особенности и перспективы // Современная мировая экономика. 2023. Том 1, №4. С. 6–26. DOI: 10.17323/2949-5776-2023-1-4-6-26
6. Гамза Л.А. Япония в борьбе за чипы в Восточной Азии // Восточная Азия: факты и аналитика. 2023. №2. С. 31–47.
7. Германия. 2024 / отв. ред. В.Б. Белов. М.: ИЕ РАН, 2025. 205 с.
8. Го Линюй. Экономическая оценка устойчивого развития промышленных кластеров Китая // Вестник ЗабГУ. 2025. №1. С. 72–85.
9. Горенко Д.А., Баранников М.М. Оценка современного состояния вопроса и перспектив воздействия причин кризиса полупроводников на мировую экономику // МНИЖ. 2022. №6–5(120). С. 127–129.
10. Горда О.С. Особенности реализации инновационных стратегий и бизнес-моделей ТНК // Учёные записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2019. №3. С. 55–67.
11. Гурков И.Б., Филинов Н.Б., Саидов З.Б. Промышленные революции и эволюция экономических санкций // ЭНСР. 2025.

№2. С. 5–13.

12. Данилин И.В., Селянин Я.В. Гонка нанометров: американская политика в отношении Тайваня и Республики Корея // Мировая экономика и международные отношения. 2023. Т. 67. №11. С. 80–88.

13. Демидова Е.В., Шайхутдинова Ф.Н. Преодоление дефицита на рынке полупроводников в России: параллельный импорт и новые партнёры // Вестник экономики, права и социологии. 2022. №3. С. 38–41.

14. Ермошкин Н. Полупроводники как главная технология современности: закон Мура и борьба за технологическое доминирование // Современная мировая экономика. 2025. №3(1). С. 105–131.

15. Зеленский А.А., Морозкин М.С., Грибков А.А. Обзор полупроводниковой промышленности в мире и России: производство и оборудование // Известия вузов. Электроника. 2021. №6. С. 468–480.

16. Зеленский Д.О., Хуснутдинова А.И. Проблема импортозамещения микрочипов на базе полупроводников как важнейшее условие обеспечения стабильности экономики РФ в условиях санкционной политики стран Запада // Вестник науки. 2023. №6. С. 31–38.

17. Иванова Н.И., Тимашова В.В. Основы технологического суверенитета в контексте внешнеэкономических связей стран // Российский внешнеэкономический вестник. 2025. №2. С. 25–43.

18. Ильина С.А. Рынок полупроводников: глобальная цепочка создания стоимости и динамика в условиях кризиса // Вестник Института экономики РАН. 2022. №3. С. 112–125.

19. Кондратьева Н.Б. Геоэкономический подход в экономической политике Европейского союза // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. 2025. №1. С. 31–45

20. Карасев П.А. Технологический суверенитет США в современных условиях // Вестник Московского университета. Серия 12. Политические науки. 2024. №5. С. 75-93.

21. Каштанов В.В., Романов В.В. Эволюция производствен-

ных процессов в оборонно-промышленном комплексе: искусственный интеллект и Индустрия 4.0 в выполнении государственных оборонных заказов // Индустриальная экономика. 2025. №2. С. 116–121.

22. Кузьмина В.М., Сапрыка В.А. Международный рынок информационных технологий в условиях санкционных ограничений в КНР // Научный результат. Экономические исследования. 2024. №4. С. 51–59.

23. Ма Лэй. Политика полупроводниковой промышленности Китая, эффективность отрасли и синергетическое агрегирование на основе анализа методом GARCH // РЭиУ. 2024. №2. С. 1–9.

24. Луценко А.В. Рынок электроники Малайзии // Российский внешнеэкономический вестник. 2022. №6. С. 124–128.

25. Ноздрев С.В. Глобальные цепочки создания стоимости в Азии на новом этапе международной конкуренции // Российский внешнеэкономический вестник. 2025. №2. С. 44–60.

26. Перова М.К. Совет по торговле и технологиям США–ЕС: особенности сотрудничества // Проблемы экономики и юридической практики. 2023. №6. С. 232–238.

27. Рогожин А.А. Электронная промышленность стран ЮВА на подъёме // Юго-Восточная Азия: актуальные проблемы развития, 2023, Том 3, №2. С. 22–31.

28. Русаков А.М. Роль предприятия TSMC на международном рынке полупроводниковой продукции // Экономика и бизнес: теория и практика. 2023. №7. С. 176–181.

29. Седых Н.В. Мировой рынок полупроводников: основные тенденции и проблемы // Вестник Академии знаний. 2023. №2. С. 222–224.

30. Седых Н.В. Российский рынок полупроводников: проблемы и пути их решения // ЕГИ. 2023. №2. С. 196–199.

31. Склюев А.М. Особенности современного развития предприятий электронной промышленности России // Вестник МФЮА. 2023. №4. С. 167–176.

32. Тимонина И.Л. Проблема инвестиционной привлекательности Японии: современные подходы (на примере полупроводниковой индустрии) // Японские исследования. 2024. №2.

С. 83–99.

33. Щербаков Г.А. Глобальный дефицит полупроводниковых компонентов как источник современного кризиса мировой автомобильной промышленности // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2022. №2. С. 270–287.

34. Юй Хань Воздействие экономических санкций и технологической блокады на национальную инновационную систему Китая // Экономика и бизнес: теория и практика. 2025. №3. С. 392–396.

35. Ямпольская Д.О. Электронная промышленность: перспективы развития и сотрудничества РФ с дружественными странами // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2022. №60. С. 235–246.

36. Baldwin R. E., Krugman P. Market Access and International Competition: A Simulation Study of 16K Random Access Memories // Empirical Methods for International Trade / Ed. by Robert C. Feenstra. Cambridge, MA: MIT Press, 1988.

37. Baldwin R., Freeman R. Risks and Global Supply Chains: What We Know and What We Need to Know // Annual Review of Economics. Vol. 14. 2022. P. 153–180.

38. Chad P. Bown and Dan Wang Semiconductors and Modern Industrial Policy // Journal of Economic Perspectives. 2024. Vol. 38. №4. P. 81–110.

39. Chen D.Ch., Toyama R. Catch up of semiconductor latecomers in China // International Journal of Emerging Markets. 2006. №1(3). P. 247–261.

40. Dick A.R. Learning by Doing and Dumping in the Semiconductor Industry // Journal of Law and Economics. 1991. Vol. 34, №1. P. 133–159.

41. Frieske B., Stieler S. The «Semiconductor Crisis» as a Result of the COVID-19 Pandemic and Impacts on the Automotive Industry and Its Supply Chains // World Electric Vehicle Journal. 2022. Vol. 13. №10.

42. Kotasthane P. Enhancing India–EU Engagement on ‘Meta-Critical’ Technologies: A Case for Collaboration on Semiconductors // How Strategic Tech Cooperation Can Reinvigorate Relations Between the EU and India. Clingendael Institute. 2023.

43. Lee H.Y. The Japan – U.S. and Korea – U.S. Semiconductor Trade Dispute // *Far Eastern Studies*. 2004. Vol. 3. P. 25–35.
44. Okuno-Fujiwara M. Industrial Policy in Japan: A Political Economy View // *Trade with Japan: Has the Door Opened Wider?* / Ed. by Krugman P. Chicago: University of Chicago Press, 1991. P. 271–304.
45. Ryo M., Hongyong Zh. The Impact of Export Controls on International Trade: Evidence from the Japan–Korea Trade Dispute in Semiconductor Industry // *Journal of the Japanese and International Economies*. 2024. Vol. 24.
46. Wicker K. An Evaluation of the CHIPS Act // *Critical Minerals and the Future of the U.S. Economy Report* / Editor(s): Baskaran G., Wood D. Center for Strategic and International Studies (CSIS), 2025.
47. Wolff G., Poitiers N., Weil P. Sovereignty and Digital Interdependence // *European Sovereignty Report Subtitle: Strategy and interdependence*/ Ed. Fiott D. European Union Institute for Security Studies (EUISS), 2021.
48. Wong C., Russell C. A Search Dilemma for Market Niches: Korea and Taiwan in a Time of US-China High-Tech Decoupling // *Global Policy*. 2024. Vol. 15, №2. P. 475–486. DOI: 10.1111/1758-5899.13346

ОБ АВТОРЕ

Чимирис Екатерина Сергеевна – к.полит.н., в.н.с Отдела экономических исследований Института Европы РАН; окончила Российский государственный гуманитарный университет (2002–2007 гг.). Защитила диссертацию на тему «Легитимация власти в разделённых обществах: на примере Сербии и Украины» (2010 г.).

ABOUT THE AUTHOR

Chimiris Ekaterina – Candidate of Political Sciences, leading researcher at the Department of Economic Studies Institute of Europe RAS. Graduated from the Russian State University for the Humanities (2002–2007). Dissertation «Legitimization of Power in Divided Societies: The Case of Serbia and Ukraine» (2010).

**В 2023–2025 гг. были выпущены следующие
доклады Института Европы**

405. Вишеградские страны на фоне украинского кризиса. Отв. ред. Л.Н. Шишелина. ДИЕ РАН №405. М., 2023 г.
406. Диалог власти и гражданского общества (европейский опыт). Отв. ред. А.А.Канунников, Р.Н.Лункин. ДИЕ РАН №406. М., 2023 г.
407. Р.М.Плюснин. Финляндия в мировой торговле. Факторы интеграции и глобализации. ДИЕ РАН №407. М., 2024 г.
408. Германия. 2023. Отв. ред. В.Б.Белов. ДИЕ РАН №408. М., 2024 г.
409. Н.М.Межевич, В.В.Шимов. Беларусь: трансформация и модернизация. Итоги постсоветского развития. ДИЕ РАН №409. М., 2024 г.
410. П.Е.Кандель. О «постполитике» в эпоху «постнауки». Новые тенденции в электоральных процессах в странах Юго-Восточной Европы. ДИЕ РАН №410. М., 2024 г.
411. Энергетика Большого Средиземноморья. Отв. ред. Е.Г.Энтина. ДИЕ РАН №411. М., 2024 г.
412. Италия в кризисном мире: политика, экономика, общество. Отв. ред. Е.С.Алексеевкова. ДИЕ РАН №412. М., 2024 г.
413. Этничность, миграционные и электоральные процессы в современной Европе. Отв. ред. Л.О.Бабынина. ДИЕ РАН №413. М., 2024 г.
414. А.А.Синдеев. Подходы европейских политологов к будущим системам безопасности. ДИЕ РАН №414. М., 2024 г.
415. Д.Ю.Базаркина. Коммуникационное обеспечение антитеррористической деятельности Европейского союза в XXI веке. ДИЕ РАН №415. М., 2024 г.
416. В.П.Журавель. Комплексный анализ арктических проблем в период подготовки и председательства России в Арктическом совете. ДИЕ РАН №416. М., 2024 г.
417. Выборы в Европейский парламент 2024 г.: этап эволюции партийной системы Старого Света. Отв. ред. В.Я.Швейцер. ДИЕ РАН №417. М., 2024 г.
418. Германия. 2024. Отв. ред. В.Б.Белов. ДИЕ РАН №418. М., 2025 г.
419. В.В.Водопьянова. Европейское студенчество. ДИЕ РАН №419. М., 2025 г.
420. Европейская стратегическая автономия: оценки и вызовы. Отв. ред. А.В.Котов, К.А.Годованюк. ДИЕ РАН №420. М., 2025 г.

«Reports of Institute of Europe» published in 2023–2025

405. Visegrad countries against the backdrop of the Ukrainian crisis. Ed. by L.N. Shishelina. Reports of the IE RAS, №405. M., 2023.
406. Dialogue of power and civil society (European experience). Ed. by A.A.Kanunnikov, R.N.Lunkin. Reports of the IE RAS, №406. M., 2023.
407. R.M.Plyusnin. Finland in world trade. Factors of integration and globalization. Reports of the IE RAS, №407. M., 2024.
408. Germany. 2023. Ed. by V.B.Belov. Reports of the IE RAS, №408. M., 2024.
409. N.M.Mezhevich, V.V.Shimov. Belarus: transformation and modernization. Results of post-soviet development. Reports of the IE RAS, №409. M., 2024.
410. P.E.Kandel. About «post-politics» in the era of «post-science». New trends in electoral processes in the countries of South-Eastern Europe. Reports of the IE RAS, №410. M., 2024.
411. The energy issues of the Greater Mediterranean. Ed. by E.G.Entina. Reports of the IE RAS, №411. M., 2024.
412. Italy in the turbulent world: politics, economy and society. Ed. by E.S.Alekseenkova. Reports of the IE RAS, №412. M., 2024.
413. Ethnicity, migration and electoral processes in contemporary Europe. Ed. by L.O.Babynina. Reports of the IE RAS, №413. M., 2024.
414. A.A.Sindeev. Approaches of European political scientists to future security systems. Reports of the IE RAS, №414. M., 2024.
415. D.Yu.Bazarkina. Communication provision of antiterrorist activities of the European Union in the 21st century. Reports of the IE RAS, №415. M., 2024.
416. V.P.Zhuravel. Comprehensive analysis of problems in the Arctic region during Russia's preparation and chairmanship in the Arctic Council. Reports of the IE RAS, №416. M., 2024.
417. European Parliament Elections 2024: a stage in the evolution of the Old Continent party system. Ed. by V.J.Schweitzer. Reports of the IE RAS, №417. M., 2024.
418. Germany. 2024. Ed. by V.B.Belov. Reports of the IE RAS, №418. M., 2025.
419. E.V. Vodopianova. European students. Reports of the IE RAS, №419. M., 2025.
40. European strategic autonomy: assessments and challenges. Ed. by A.V.Kotov, K.A.Godovanyuk. Reports of the IE RAS, №420. M., 2025.

Научное издание

Е.С. Чимирис

**ГЛОБАЛЬНАЯ КОНКУРЕНЦИЯ В ОБЛАСТИ
МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ, ПОЛИТИЧЕСКИЕ И
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ
ВЕДУЩИХ СТРАН ОТРАСЛИ**

Доклады Института Европы
№ 421

Подписано в печать 30.07.2025. Формат 60×90 ¹/₁₆
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 10,625
Тираж 300 экз. Заказ № 3791.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт Европы Российской академии наук
125009 Россия, Москва, ул. Моховая, д. 11, стр. 3
Тел.: 495-692-10-51, факс: 495-629-92-96
E-mail: europe-ins@mail.ru, web: <http://www.instituteofeurope.ru>

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии
издательства «АртПринт»,
тел.: 8-950-765-69-59