УДК 339.1:621.382 doi 10.29039/2312-5330-2025-2-212-225

Горда Александр Сергеевич,
кандидат экономических наук, доцент
доцент кафедры мировой экономики,
Институт экономики и управления,
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,
г. Симферополь, Российская Федерация.

Gorda Alexander Sergeevich,
Ph.D. in Economics, Associate Professor,
Associate Professor Department of World Economy,
Institute of economics and management,
V.I. Vernadsky Crimean Federal University,
Simferopol, Russian Federation.

ТРЕНДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО РЫНКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

TRENDS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE GLOBAL SEMICONDUCTOR MARKET

В статье исследованы основные тренды и перспективы развития мирового рынка полупроводников. Установлено, что спрос на полупроводники будет расти в связи с развитием высоких технологий, таких как искусственный интеллект, Интернет вещей (IoT), автономные транспортные средства и 5G. Определено, что ведущие компании активно инвестируют в сферу производства полупроводников, а именно в исследование новых материалов, производственных процессов и технологических решений, что позволяет создавать инновационные продукты и быстро адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям.

Установлено, что постоянный рост мощности и эффективности полупроводников остается центральным направлением развития отрасли. Инновации в производственных процессах, включая применение нанотехнологий и новых материалов, таких как графен и карбиды кремния, позволяют создавать более производительные и энергоэффективные микросхемы. Рост спроса на специализированные полупроводниковые решения становится все более заметным трендом.

Определено, что торговые войны, санкции, природные катастрофы и другие непредсказуемые события могут существенно влиять на доступность материалов и компонентов, что приводит к дефициту и росту цен на полупроводниковую продукцию. Обосновано, что инвестиции в научные исследования и разработки являются критическим фактором для сохранения и усиления конкурентоспособности полупроводниковой индустрии. Стратегия глобальной экспансии является ключевой для расширения рынков сбыта и укрепления позиций на мировой арене. Доказано, что создание производственных мощностей в стратегически важных регионах позволяет компаниям быть более близкими к своим клиентам и поставщикам, уменьшать затраты на логистику и быстрее реагировать на изменения спроса. Адаптация на региональные рынки, с учетом местных потребностей и требований, позволяет компаниям предлагать продукты, которые лучше всего соответствуют ожиданиям потребителей, что способствует повышению конкурентоспособности и обеспечению стабильного развития компаний на глобальном уровне.

Ключевые слова: мировой рынок, международная торговля, экспорт, полупроводники, инновации, технологические тенденции, инвестиционные стратегии.

The article examines the main trends and development prospects of the global semiconductor market. It is established that the demand for semiconductors will grow due to the development of high technologies, such as artificial intelligence, the Internet of Things (IoT), autonomous vehicles and 5G. It is determined that leading companies are actively investing in the field of semiconductor production, namely in the study of new materials, production processes and technological solutions, which allows them to create innovative products and quickly adapt to changing market conditions.

It is established that the constant growth of the power and efficiency of semiconductors remains the central direction of the industry development. Innovations in production processes, including the use of nanotechnology and new materials such as graphene and silicon carbides, make it possible to create more productive and energy-efficient microcircuits. The growth in demand for specialized semiconductor solutions is becoming an increasingly noticeable trend.

It is determined that trade wars, sanctions, natural disasters and other unpredictable events can significantly affect the availability of materials and components, which leads to a shortage and rising prices for semiconductor products. It is substantiated that investment in research and development is a critical factor for maintaining and enhancing the competitiveness of the semiconductor industry. A global expansion strategy is key to expanding sales markets and strengthening positions on the global stage. It has been proven that creating production facilities in strategically important regions allows companies to be closer to

their customers and suppliers, reduce logistics costs and respond more quickly to changes in demand. Adaptation to regional markets, taking into account local needs and requirements, allows companies to offer products that best meet consumer expectations, which contributes to increased competitiveness and ensures stable development of companies at the global level.

Keywords: global market, international trade, export, semiconductors, innovation, technology trends, investment strategies.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире полупроводники являются фундаментальными компонентами широкого спектра технологий, охватывающих все сферы жизни, от бытовой электроники до передовых исследовательских учреждений. Их развитие играет решающую роль в технологическом прогрессе и экономическом росте. Изучение тенденций и перспектив развития мирового рынка полупроводников чрезвычайно важно по нескольким причинам. С развитием Интернета вещей (IoT), искусственного интеллекта (AI), автомобильной электроники и других передовых технологий потребность в высокоэффективных и надежных полупроводниковых компонентах растет быстрыми темпами. Это создает новые вызовы и возможности для производителей, которые должны постоянно инвестировать в научные исследования и разработки (R&D) для удовлетворения этих потребностей.

Постоянные инновации, такие как развитие технологий 5G, квантовых вычислений, нанотехнологий и новых материалов, оказывают значительное влияние на рынок полупроводников. Анализ этих тенденций позволяет прогнозировать предстоящие изменения и готовиться к ним, что критически важно для компаний, стремящихся оставаться конкурентоспособными на глобальном рынке. Конкуренция между основными производителями полупроводников, такими как США, Китай, Южная Корея, Япония и другие, оказывает влияние на глобальные цепи поставок. Санкции, торговые войны и политические решения могут существенно изменить структуру рынка. Изучение этих факторов позволяет лучше понимать возможные риски и разрабатывать стратегии для их минимизации. Полупроводники являются ключевым элементом многих отраслей, включая автомобилестроение, телекоммуникацию, здравоохранение и потребительскую электронику. Их развитие влияет на глобальную экономику, создавая новые рабочие места и способствуя экономическому росту. Поэтому понимание тенденций и перспектив развития рынка полупроводников важно для формирования эффективных экономических и промышленных политик.

Изучение тенденций и перспектив развития мирового рынка полупроводников актуально не только для научных исследований, но и для бизнеса, совершенствования государственной политики, так как позволяет подготовиться к предстоящим вызовам, использовать новые возможности и обеспечить устойчивое развитие в глобальном контексте. В работах ведущих специалистов в данном направлении научных исследований, таких как: Д. Боднарь [1, 2], Л. Е. Н.Р. Варшавский [3], Зиятдинова, О. И. Эдемов [4], С. А. Ильина [5], Н. В. Седых [6-7], Д. М. Соболев [8], Ф. Н. Шайхутдинова, Е. В. Демидова [9] исследовались ключевые тенденции, основные проблемы и перспективы развития мирового рынка полупроводников. Вместе с этим, по нашему мнению, в связи с последними тенденциями в развитии геополитики и геоэкономики, а также активизацией деятельности некоторых стран по обеспечению своего технологического суверенитета, требуют проведения дальнейших исследований проблемы формирования спроса и стратегий развития на мировом рынке полупроводников.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Цель статьи — выявить основные тенденции, влияющие на формирование мирового рынка полупроводников, и оценить их влияние на долгосрочные перспективы развития отрасли.

МЕТОДЫ

В исследовании применялись следующие методы:

- исторический метод дедукции с целью изучения ретроспективы развития мирового рынка полупроводников;
- методы сравнений и статистического анализа применялись для оценки современного состояния развития мирового рынка полупроводников;
- графические методы использованы для визуального отображения материала в виде диаграмм;

• методы научного абстрагирования и синтеза были использованы при определении ключевых тенденций формирования мирового рынка полупроводников, а также для обоснования выводов;

РЕЗУЛЬТАТЫ

Глобальный рынок полупроводников переживает беспрецедентное развитие — спрос на электронные устройства и технологии постоянно и неуклонно растет. По состоянию на 2024 год данный рынок оценивался в более чем 600 млрд. долл. США, что свидетельствует о его огромном влиянии на мировую экономику. Основными игроками на рынке полупроводников являются такие компании, как TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company), Intel, Samsung, NVIDIA и Qualcomm [10].

Полупроводники, крошечные компьютерные чипы часто называют нефтью 21 века. На них работает все: от смартфонов до спутников и систем противоракетной обороны. Основными сегментами мирового рынка полупроводников являются процессоры, чипы для промышленного оборудования, чипы для устройств интернета вещей, чипы для автомобилей и различных видов электроники, baseband-чипы (модемы).

Полупроводники стали основой многих современных технологий, оказывая значительное влияние на инновационное развитие в различных отраслях. Их влияние ощущается в развитии Интернет вещей (IoT), искусственного интеллекта (AI), совершенствовании энергоэффективности и экологической устойчивости, а также в перспективах квантовых компьютеров, автомобильной промышленности, медицине и биотехнологии, военной и космической отраслях.

Полупроводниковая промышленность непрерывно эволюционирует, чтобы удовлетворить растущие требования современных технологий. Производство полупроводниковых чипов требует применения передовых технологий и методов, обеспечивающих повышение производительности, улучшение качества продукции. Среди ключевых инноваций в этой области выделяются литография нового поколения (EUV-литография), усовершенствованные производственные процессы (FD-SOI, FinFET, GAAFET) и инновационные методы тестирования и контроля качества.

Экстремальная ультрафиолетовая (EUV) литография является одной из значимых инноваций в производстве полупроводников. Традиционная фотолитография, использующая глубокий ультрафиолет (DUV), достигла своих физических границ, ограничивая дальнейшее уменьшение размеров транзисторов. EUV-литография позволяет создавать чрезвычайно мелкие структуры благодаря использованию света с длиной волны 13,5 нанометров, что в десять раз короче, чем в DUV-литографии. Это обеспечивает высокое разрешение и точность, позволяя производить транзисторы с размерами менее 7 нанометров. Внедрение EUV-литографии способствует дальнейшему уменьшению размеров и повышению плотности полупроводниковых чипов, что является критическим для поддержания закона Мура и развития передовых технологий, таких как искусственный интеллект и Интернет вещей [11].

Торговые сделки и барьеры играют решающую роль в регулировании мирового рынка полупроводников. Торговые соглашения, такие как Североамериканское соглашение о свободной торговле (NAFTA-USMCA) или соглашения между ЕС и другими странами, способствуют снижению тарифов и барьеров на импорт и экспорт полупроводников, что стимулирует международную торговлю. Такие сделки позволяют компаниям увеличивать свои рынки сбыта и снижать расходы на поставку.

Напротив, торговые барьеры, такие как пошлины и квоты, могут существенно ограничивать доступ к рынку. Торговая война между США и Китаем, включавшая введение высоких пошлин на полупроводники и компоненты, привела к увеличению затрат и неопределенности для многих компаний. Это вынудило компании пересмотреть свои цепи поставок и искать новые рынки для сбыта своей продукции.

Одним из самых больших вызовов для рынка полупроводников является постоянное уменьшение размеров транзисторов. Закон Мура, предполагавший удвоение количества транзисторов на чипе каждые два года, приближается к своим физическим границам. Дальнейшее уменьшение размеров транзисторов становится все сложнее и дороже, что требует новых материалов и технологий, таких как двумерные материалы и квантовые вычисления. Другой вызов связан с геополитическими

рисками. Торговые войны, санкции и политическая нестабильность могут нарушить глобальные цепи поставок. К примеру, торговые ограничения между США и Китаем создали значительные трудности для компаний, зависящих от поставок из обеих стран [12].

Экологические и социальные вызовы тоже становятся все более актуальными. Производство полупроводников требует значительных ресурсов и энергии, что приводит к значительным выбросам углекислого газа и других загрязняющих окружающую среду веществ. Кроме того, глобальная нехватка квалифицированных кадров в отрасли полупроводников может ограничить способность компаний к инновациям и росту.

Инвестиции в исследования и развитие (R&D) являются ключевым фактором для поддержания конкурентоспособности и инноваций в области полупроводников. Высокие затраты на R&D позволяют компаниям разрабатывать новые технологии, снижать издержки производства и улучшать производительность своих продуктов. К примеру, компании, такие как TSMC, Intel и Samsung ежегодно тратят миллиарды долларов на исследования и разработки новых микропроцессоров и полупроводниковых технологий.

Рынок полупроводников носит глобальный характер, но каждый регион имеет свои уникальные особенности и влияние на развитие этой отрасли. Азиатско-тихоокеанский регион, Северная Америка и Европа играют ключевые роли в формировании мирового рынка полупроводников, причем каждый регион имеет свои уникальные сильные стороны, вызовы и влияние. Азиатско-Тихоокеанский регион является одним из ведущих центров производства полупроводников в мире. Ключевую роль в этом регионе играют Тайвань, Китай и Южная Корея.

Тайвань — место базирования для одного из крупнейших производителей полупроводников в мире — компании TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company). TSMC играет ключевую роль в глобальной цепи поставок полупроводников, производя передовые чипы для многих ведущих технологических компаний. Высокая технологическая база и постоянные инвестиции в инновации обеспечивают Тайваню лидирующие позиции на рынке. На Тайвань приходится более 60 % самых современных в мире мощностей по производству полупроводников [13].

Китай активно инвестирует в развитие собственной полупроводниковой индустрии, стремясь снизить зависимость от импорта и стать лидером в этой отрасли. Правительство Китая поддерживает национальные компании посредством государственных инвестиций и активно стимулирует исследования и разработки в данной сфере. Правительство Китая в своем последнем пятилетнем плане направило в индустрию производства полупроводниковых чипов помощь на сумму 1,4 триллиона долларов. Однако торговые ограничения и санкции со стороны США создают значительные вызовы для китайских производителей, заставляя их искать новые пути развития. США и их союзники десятилетиями устанавливали Китаю барьеры, связанные с технологиями производства чипов, в основном с целью сдерживания развития Пекином передового оружия. Кроме того, Китай сталкивается с дефицитом талантов и вынужден нанимать инженеров и техников из Тайваня, Южной Кореи и США. Но эти усилия еще не привели к серьезным прорывам.

Южная Корея — ключевой производитель памяти DRAM и NAND, во многом благодаря компаниям Samsung и SK Hynix. Их непрерывное инвестирование в передовые технологии и наращивание производственных мощностей способствует поддержанию высокой конкурентоспособности и укреплению позиций на мировом рынке.

Северная Америка, особенно США, играет немаловажную роль в мировой полупроводниковой индустрии. США являются страной базирования для многих ведущих компаний в области полупроводников, таких как Intel, NVIDIA, Qualcomm и AMD. Эти компании занимаются разработкой передовых центральных процессоров, графических процессоров и других ключевых компонентов для электроники и компьютерной техники. США также инвестируют значительные средства в исследование и разработку новых полупроводниковых технологий. Однако зависимость от азиатских производителей для производства чипов побуждает США к разработке стратегий по возврату производственных мощностей на территорию страны. Пытаясь снизить эту зависимость, правительство страны тратит огромные суммы на создание мощных отечественных производителей микросхем. В США принят Закон о чипах, который предоставляет субсидии на

52 миллиарда долларов для поддержки производства полупроводников в США. Но согласно закону, компании получат финансирование только если согласятся не производить передовые полупроводники для китайских компаний. Все это является частью более широкой «технической войны» между США и Китаем, в которой США стремятся сдержать технологическое развитие Китая и помешать ему выполнять роль мирового технологического лидера.

Одним из самых больших препятствий для производства полупроводников в Соединенных Штатах является нехватка опытных работников. Люди в США, уже работающие в полупроводниковой промышленности, как правило, имеют опыт проектирования чипов, а не их производства. В течение многих лет многие американские компании заказывали микросхемы у контрактных производителей за рубежом, например у TSMC вместо того, чтобы начать чрезвычайно дорогостоящий процесс самостоятельного производства, тестирования и сборки микросхем.

Индия также пробует войти в сферу производства полупроводников. Страна имеет достаточно сильные позиции в разработке микросхем, но начинает с нуля в их производстве. Кроме того, Индия стремится стать крупным игроком в космосе с ужесточением конкуренции со стороны Китая. Именно это побудило США, и другие страны-союзники усилить технологическое сотрудничество с Индией.

На сегодняшний день Малайзия становится новой точкой притяжения для размещения заводов по производству полупроводников. Она имеет разнообразный кадровый потенциал, развитую инфраструктуру и надежную цепочку поставок. В 2023 году Малайзия сделала значительный шаг и стала шестым в мире экспортером полупроводников (7 %) и занимает 13 % рынка упаковки, сборки и тестирования полупроводниковых продуктов. Экспорт полупроводниковых компонентов и интегральных схем из этой страны увеличился до 81,4 млрд. рублей. долл. США. Малайзия зарекомендовала себя в конечном звене цепи поставок полупроводников: упаковке, сборке и тестировании. Этот процесс традиционно считается менее сложным и менее ценным. Теперь страна стремится сконцентрироваться на изготовлении пластин и литографии [12].

Европа также играет важную роль в мировой полупроводниковой индустрии, сосредотачивая усилия на исследованиях, разработках и производстве специализированных полупроводников. Европейский Союз активно поддерживает развитие полупроводниковой отрасли посредством программ финансирования и стимулирования инноваций. Horizon Europe и другие программы способствуют исследованиям в области полупроводников и связанных с ними технологий. ЕС также работает над уменьшением зависимости от импорта, инвестируя в создание новых производственных мощностей и поддерживая стратегические альянсы между европейскими компаниями. Такие производители, как Infineon, STMicroelectronics и NXP Semiconductors занимают ведущие позиции в производстве специализированных полупроводников для автомобильной, медицинской и промышленной электроники. Европейский Союз имеет собственный проект развития производства компьютерных микросхем с объёмом финансирования 43 млрд. евро, эти средства направлены на увеличение производства европейских микросхем с нынешних 10 % мирового рынка до 20 % к 2030 году [12, 13].

Внешнеэкономические показатели стран-лидеров по экспорту высокотехнологичной продукции по всему миру представлены в таблице 1.

Полупроводниковые устройства — основа современной электроники. Динамика рынка полупроводниковых устройств отражает развитие ключевых областей мировой экономики. Объем мирового рынка полупроводников в 2023 году составил 575 миллиардов. долл. США. Ожидается, что к концу 2025 года рынок вырастет до 630 миллиардов. долл. США (рис. 1).

Мировой рынок полупроводниковых устройств характеризуется разнообразием (рис. 2) и включает следующие основные типы:

• микросхемы памяти (26 % рынка). Их рост стимулируется развитием облачных технологий и больших данных. Однако, высокие затраты на создание новых производств ограничивают число игроков, способных инвестировать в этот сегмент мирового рынка полупроводников;

• логические микросхемы (21 % рынка). Эта категория включает универсальные и специализированные микропроцессоры, контроллеры и устройства обработки сигналов. Спрос на

Таблица 1. Страны-лидеры по экспорту высокотехнологичной продукции, 2023 г., млрд. долл. США *

№	Страна	Экспорт товаров	Экспорт высокотехнологических товаров	Импорт товаров	Импорт высокотехнологических товаров
1	Китай	2142,8	554,28	1575,76	310,42
2	Германия	1308,8	185,56	1016,97	78,31
3	США	1510,3	154,36	2272,87	297,75
4	Сингапур	377,05	130,99	294,53	72,16
5	Южная Корея	548,84	126,55	428,55	48,85
6	Франция	510,81	104,34	537,5	33,33
7	Япония	621,97	91,51	627,18	70,87
8	Великобритания	432,8	69,42	625,92	48,82
9	Нидерланды	474,1	59,13	389,57	50,25
10	Малайзия	175,74	57,26	147,68	34,11

* Составлено на основе [12, 13]

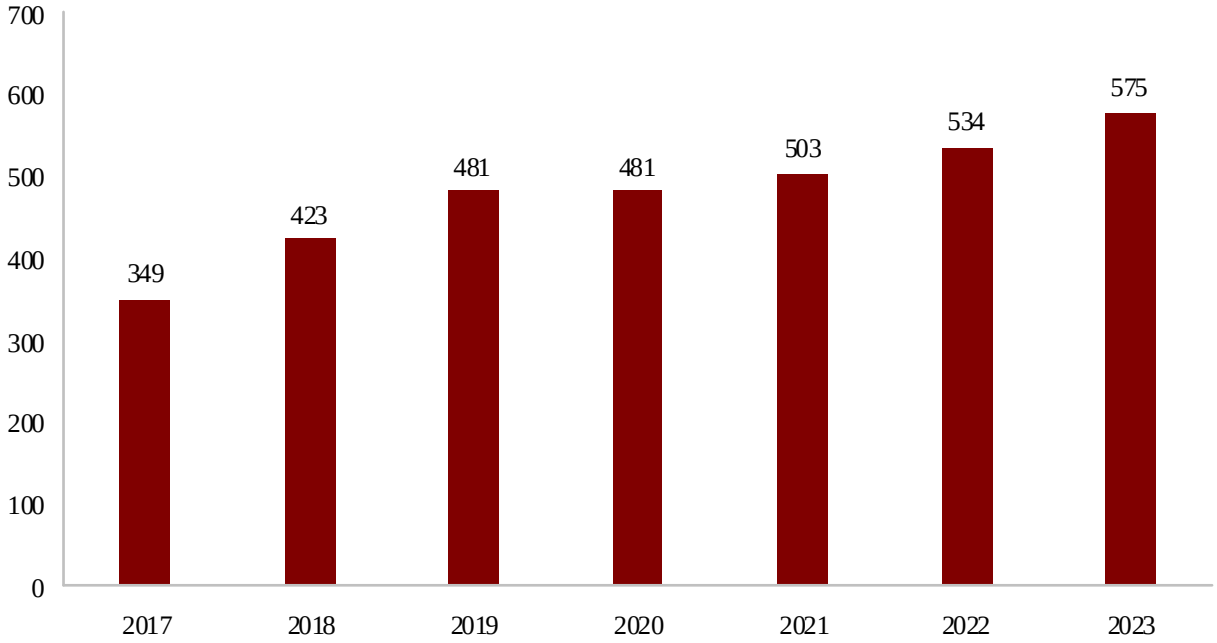

Рис. 1. Динамика роста мирового рынка полупроводниковых устройств, млрд. долл. США (Составлено на основе [12, 13]).

них формируют сфера производства потребительской электроники, средств связи и обработки информации;

• сенсоры, оптоэлектроника и аналогичные устройства (15 % рынка). В этот широкий класс входят светочувствительные матрицы, светодиоды и солнечные батареи. Рост сегмента связан с трендом на энергоэффективность и в будущем может быть подкреплен развитием рынка устройств для построения «умного дома»;

• аналоговые устройства (14 % рынка). Эти устройства используются для усиления, обработки и преобразования сигналов, а также в силовой электронике. Ключевые отрасли-потребители — автомобилестроение, потребительская электроника и коммуникации;

• прочие микросхемы и полупроводниковые устройства (24 % рынка). Эта категория включает все устройства, не вошедшие в вышеуказанные группы [14].

Полупроводниковые устройства широко применяются в сферах обработки данных и связи (рис. 3). Основное производство сосредоточено в Азиатско-Тихоокеанском регионе, при этом малый бизнес активно использует возможности, которые предоставляют полупроводники. Например, развитие

Рис. 2. Структура мирового рынка по видам полупроводниковых устройств, 2023 г. (Составлено на основе [14, 16]).

силовой электроники способствовало появлению электросамокатов и электровелосипедов, создав нишу для десятков малых компаний по всему миру.

Полупроводниковая индустрия в США получает значительное финансирование. В 2023 году затраты на R&D составили 35,2 млрд долларов. Всего же участники рынка полупроводников со всего мира в 2023 году потратили на НИОКР 80,5 млрд. долл. США. 55,8 % из них — расходы компаний из стран Северной и Южной Америки, 29,5 % — компаний стран АТР, 8,1 % — европейских компаний и 6,6 % — японских. Подтверждением важной роли полупроводниковой индустрии в мировой экономике можно считать факт того, что проблемы с производством проводников могут влиять на отдельные более традиционные сектора экономики [16].

Начиная с 2020 года, дефицит полупроводников, усугубившийся в январе 2021 года, вызвал ускоренный рост цен у четверти американских производителей, использующих микросхемы в своей продукции. На их долю приходилось 39 % промышленного производства США [17]. Этот дефицит также привел к значительному снижению производства легковых автомобилей в мировом масштабе и в Еврозоне (более чем на 10 %). В 2021 году дефицит полупроводников снизил ВВП США на 1 % и был признан многими организациями в развитых странах Еврозоны серьезным препятствием для наращивания производства (табл. 2).

Стремясь к технологической независимости, Евросоюз намерен реализовать проект European Chip Act, цель которого — достичь 20-процентной доли европейских компаний на рынке полупроводников к 2030 году. Еврокомиссия планирует привлечь более 43 млрд евро частных и государственных инвестиций, включая 11 млрд евро на инициативу «Чипы для Европы», направленную на укрепление лидерства ЕС в исследованиях, разработке и производстве полупроводниковых чипов. Параллельно, корпорация Intel планирует инвестировать 80 млрд евро в европейскую полупроводниковую промышленность. Первоначальные инвестиции в 17 млрд евро будут направлены в шесть стран ЕС, а к первой половине 2027 года планируется открытие полупроводникового завода в Магдебурге [19].

В США в 2022 г. был принят Закон о чипах и науке (CHIPS Act), предусматривающий выделение правительством более 200 млрд долларов на развитие полупроводниковой отрасли. Из этой суммы 52,7 млрд долларов доступны для немедленного использования. В течении пяти лет 39 млрд долларов будут направлены на стимулирование развития полупроводниковых производств, 13,2

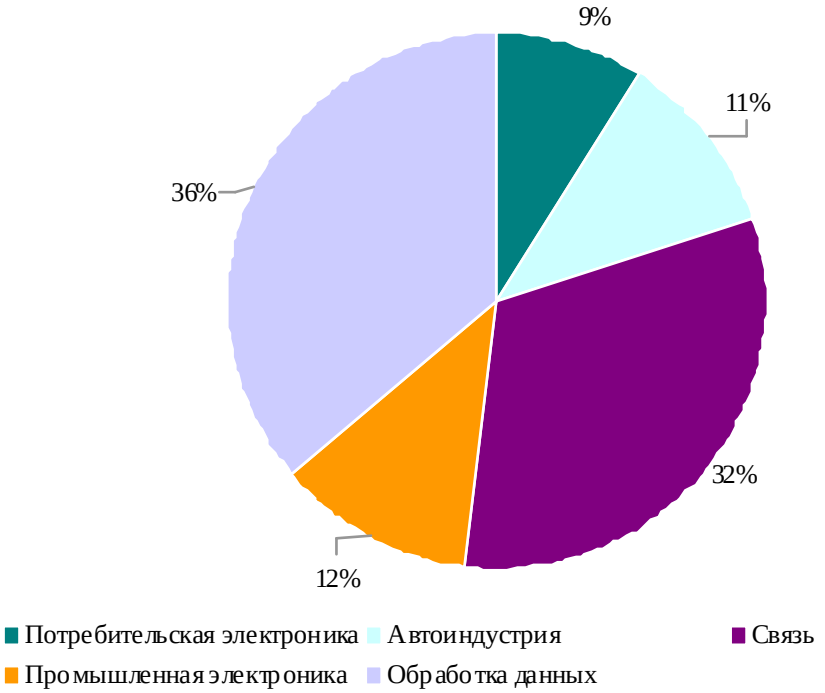

Рис. 3. Структура мирового рынка по отраслям использования, 2022 г. (Составлено на основе [14, 16]).

Таблица 2. Доля предприятий Европейского Союза, которые заявили о нехватке полупроводников согласно данным бизнес-опроса, 2023 г., % *

Сфера	Регион				
	Еврозона	Германия	Италия	Испания	Нидерланды
Производственная сфера	23	42	7	14	20
Компьютеры и электроника	34	70	14	19	11
Электрооборудование	36	56	12	32	37
Автопроизводство	35	58	7	50	35

* Составлено на основе [18]

млрд — на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) и развитие кадрового потенциала, 0,5 млрд — на обеспечение международной безопасности в сфере информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и цепочек поставок полупроводников. Кроме того, закон предусматривает возможность предоставления льготного инвестиционного кредита в размере 25 % для квалифицированных инвестиций в передовые производственные мощности для заводов, производящих полупроводники и сопутствующее оборудование. С помощью этого закона США рассчитывают стимулировать свой экономический рост, укрепить лидерство страны в полупроводниковой отрасли, перенести производство чипов на свою территорию и сократить инвестиции американских компаний в Китай [20].

Мировой рынок полупроводников характеризуется высокой степенью концентрации. На долю двух крупнейших компаний приходится около трети, шести ведущих компаний — более половины, а пятнадцати — свыше двух третей мирового объема продаж. В 2023 году южнокорейская компания Samsung, благодаря росту выручки более чем на 30 %, вышла на первое место, сместив американскую Intel. Наиболее динамичный рост (более 60 % в год) показали американские Nvidia и AMD, а также тайваньская MediaTek. Общая выручка полупроводниковых компаний в мире увеличилась за год на 19,1 % — с 465,4 млрд долларов США в 2022 году до 554,1 млрд долларов США в 2023 году. Важно отметить, что при составлении рейтинга эксперты Counterpoint учитывали только компании, реализующие бизнес-модели IDM (Integrated Device Manufacturer) и Fabless (проектирование без собственного производства), исключая доходы контрактных производителей

(Foundry), чтобы избежать двойного учета. Следует также выделить двух крупных игроков, не вошедших в основной рейтинг: тайваньского контрактного производителя чипов TSMC, получившего в 2023 году выручку в размере 56,8 млрд долларов США, и голландского производителя литографического оборудования для микроэлектроники ASML, объем продаж которого в 2023 году составил около 16,4 млрд долларов США [13].

В сегменте производства полупроводниковых компонентов доминируют пять компаний: TSMC (Тайвань) с 55 % рынка, Samsung (Южная Корея), UMC (Тайвань), Global Foundries (США) и SMIC (Китай). Однако, только TSMC и Samsung обладают производственными мощностями, использующими техпроцессы менее 7-нм. Безусловным лидером рынка контрактного производства является TSMC, среди клиентов которой — крупные полупроводниковые компании, не имеющие собственных производственных мощностей, такие как Apple, AMD, Nvidia и Qualcomm. Кроме того, TSMC владеет более чем половиной всех существующих машин для литографии в жестком ультрафиолетовом диапазоне (EUV), производимых голландской компанией ASML [21]. Ближайшим конкурентом TSMC выступает южнокорейская Samsung.

Крупнейшими корпорациями производителями в разрезе доходов от продажи полупроводников в 2023 году стали: Samsung — 81,3 млрд. долл. США; Intel — 79,0 млрд. долл. США; SK Hynix — 37,1 млрд. долл. США; Micron — 30,0 млрд. долл. США; Qualcomm — 29,2 млрд. долл. США. Добавим, что США имеют самое большое количество корпораций производителей полупроводников — 8 корпораций; Республика Корея — 2 корпорации; Япония, Нидерланды, Тайвань, Швейцария и Германия имеют по 1 корпорации [12, 13].

Мировые продажи продукции полупроводниковой промышленности достигли 46,4 млрд. долларов. долл. США в апреле 2024 года, что на 15,8 % больше, чем в апреле 2023 года, когда они составили 40,1 млрд. долл. США. Статистика мировой торговли полупроводниками (WSTS — World Semiconductor Trade Statistics) опубликовала свой прогноз для мирового рынка полупроводников. В 2025 году WSTS прогнозирует рост мирового рынка полупроводников на 12,5 % с оценкой в 687 миллиардов. долл. США [13].

Прогнозы и перспективы развития этой отрасли обещают значительные трансформационные изменения, в частности, из-за прогнозируемых тенденций, ожидаемых инноваций и перспектив роста рынка (табл. 3).

С нашей точки зрения, основными стратегическими направлениями развития мирового производства полупроводников являются:

1. Инвестиции в научные исследования и разработки (R&D). Полупроводниковая индустрия, требующая непрерывного развития и улучшения технологий, делает инвестиции в НИОКР жизненно необходимыми для поддержания необходимого уровня конкурентоспособности. Ведущие компании, такие как Intel, Samsung и TSMC, затрачивают значительные средства на исследование новых материалов, разработку более производительных и энергоэффективных микросхем, а также изучение новых производственных процессов. Эти инвестиции позволяют компаниям создавать инновационные продукты, отвечающие современным требованиям рынка.

2. Партнерство с научными учреждениями и университетами. Партнерство с научными учреждениями и университетами является еще одним важным аспектом стратегии технологического лидерства. Университеты и исследовательские центры являются источником новых идей и инноваций. Сотрудничество с академическими учреждениями позволяет компаниям получать доступ к передовым исследованиям и привлекать талантливых ученых и инженеров.

3. Глобальная экспансия. Глобальная экспансия является важной стратегией расширения рынков сбыта и укрепления позиций на мировой арене. Это включает в себя создание производственных мощностей в стратегически важных регионах и адаптацию к региональным рынкам. Это позволяет компаниям быть более близкими к своим клиентам и поставщикам, уменьшать затраты на логистику и быстрее реагировать на изменения спроса. К примеру, компания TSMC строит новые заводы в США и Европе, чтобы снизить риски, связанные с геополитическими конфликтами и обеспечить стабильные поставки своих продуктов. Такая стратегия позволяет компаниям снизить зависимость от отдельных регионов и снизить риски, связанные с глобальными цепями поставки.

Таблица 3. Прогнозы и перспективы развития мирового производства полупроводников *

Тенденция	Характеристика	Преимущества	Ожидаемое влияние	Перспективы роста
1. Интеграция искусственного интеллекта и машинного обучения	Процессоры с поддержкой ИИ станут более распространенными, позволяя устройствам выполнять сложные вычисления на месте без необходимости передачи данных к удаленным серверам.	Повышение производительности, уменьшение задержек, повышение безопасности данных	Широкое применение ИИ в устройствах	Значительный рост рынка ИИ
2. Развитие квантовых вычислений	Квантовые вычисления способны революционизировать отрасль информационных технологий, обеспечивая значительный рост вычислительных мощностей для решения сложных задач.	Значительный рост вычислительных мощностей для решения сложных задач	Коммерческая доступность квантовых процессоров	Революция в информационных разработках
3. Рост Интернета вещей (IoT)	Интернет вещей создает огромный спрос на миниатюрные, энергоэффективные полупроводниковые компоненты, которые могут поддерживать работу IoT-устройств.	Поддержка работы IoT-устройств, повышенная энергоэффективность	Экспоненциальный рост количества подключенных устройств	Огромный спрос на IoT-компоненты
4. Переход к новым материалам	Новые материалы, такие как графен, карбиды кремния и галлия предлагают лучшие характеристики для создания более производительных и компактных микросхем.	Лучшие характеристики, повышенная скорость и энергоэффективность	Использование новых материалов в микросхемах	Внедрение новых материалов в производство
5. Нанотехнологии и 3D-микросхемы	Нанотехнологии позволяют создавать микросхемы с меньшими размерами транзисторов, что повышает производительность и снижает энергопотребление.	Увеличение плотности элементов, повышение эффективности микросхем	Развитие нанотехнологий и 3D-микросхем	Повышение эффективности микросхем
6. Гибкая электроника	Гибкая электроника обещает значительные изменения в дизайне и использовании электронных устройств, открывая новые рынки и возможности.	Новые рынки, инновационные продукты	Значительные изменения в дизайне и использовании электроники	Расширение рынков для гибкой электроники

* Составлено автором

Адаптация на региональные рынки является еще одним важным аспектом глобальной экспансии. Каждый регион имеет свои уникальные потребности и требования, поэтому компании должны быть гибки и способны адаптировать свои продукты и услуги к местным условиям. Например, в Китае высок спрос на электронику с низким энергопотреблением, поэтому ориентирующиеся на этот рынок компании должны учитывать эти требования.

4. Автоматизация и использование искусственного интеллекта. Автоматизация производственных процессов является важным направлением развития полупроводниковой индустрии. Она позволяет снижать издержки, повышать производительность и улучшать качество продукции. Использование робототехники и автоматизированных систем управления процессами

обеспечивает более точное выполнение технологических операций, минимизирует человеческий фактор и уменьшает количество ошибок. ИИ позволяет анализировать большие объемы данных в режиме реального времени, выявлять аномалии и прогнозировать возможные проблемы еще до их возникновения. Например, ИИ может использоваться для мониторинга состояния оборудования и предсказания его поломок, что позволяет проводить техническое обслуживание именно тогда, когда это необходимо, и таким образом избегать простоев оборудования. Кроме того, ИИ способствует оптимизации производственных процессов путем автоматической настройки параметров для достижения максимального эффекта. Компании, внедряющие ИИ в свои производственные процессы, получают конкурентные преимущества. Они могут быстрее реагировать на изменения рынка, выпускать продукцию более высокого качества с меньшим расходом ресурсов и снижать себестоимость производства.

5. Оптимизация производственных цепей снабжения. Производственные цепи поставки в полупроводниковой индустрии чрезвычайно сложны и глобальны. Они включают в себя многочисленные этапы, начиная от добычи сырья и заканчивая доставкой готовой продукции конечному потребителю. Оптимизация этих цепей критически важна для снижения затрат, сокращения сроков и обеспечения стабильности поставок.

Цифровые платформы позволяют отслеживать каждый этап производственного процесса в режиме реального времени, анализировать данные и принимать обоснованные решения по улучшению эффективности. IoT-устройства обеспечивают сбор данных о состоянии материалов, продукции и оборудования на каждом этапе цепи снабжения, что позволяет быстро реагировать на любые сбои или отклонения от плана.

Искусственный интеллект также играет важную роль в оптимизации производственных цепей. Он может анализировать данные о спросе и предложении, прогнозировать изменения на рынке и соответственно настраивать процессы поставок. Например, ИИ может помогать в определении оптимального маршрута доставки продукции, учитывая такие факторы, как пробки, погодные условия и состояние инфраструктуры. Это позволяет сократить время и затраты на транспортировку, снижая таким образом общую себестоимость продукции.

Инвестиции играют ключевое значение в развитии этой индустрии, способствуя внедрению новых технологий, расширению производственных мощностей и созданию конкурентных преимуществ. Инвестиционные стратегии, такие как венчурное финансирование и стартапы, а также стратегические альянсы и партнерства играют решающую роль в развитии производства полупроводников. Венчурное финансирование поддерживает инновационные компании, предоставляя им необходимые ресурсы для исследований и разработок, а стратегические альянсы позволяют корпорациям объединять усилия по достижению общих целей и распределению рисков.

В современном мире роль полупроводниковой индустрии трудно переоценить. Она является краеугольным камнем современной экономики, пронизывая практически все ее отрасли. Интегральные микросхемы, лежащие в основе многих средств производства, автоматизируют и оптимизируют человеческий труд во множестве областей, от промышленности и транспорта до здравоохранения и образования. Осознавая это, многие страны инвестирует колоссальные ресурсы в полупроводниковую промышленность, стремясь укрепить свои позиции в этой стратегически важной сфере. Конкуренция за лидерство в полупроводниковой индустрии определяет технологический прогресс, экономическую безопасность и геополитическое влияние в современном мире. Постоянное развитие и совершенствование средств микроэлектроники является ключевым фактором экономического роста, инноваций и повышения уровня жизни во всем мире.

ВЫВОДЫ

Глобальный рынок полупроводников сталкивается с многочисленными вызовами, но также имеет и значительные перспективы роста. Общий рост спроса на электронику, включая смартфоны, компьютеры, бытовую технику и промышленные устройства, стимулирует развитие рынка полупроводников. Постоянное совершенствование технологий и создание новых продуктов способствует увеличению объемов производства и продаж. Глобализация производства полупроводников приводит к созданию новых производственных мощностей в разных регионах

мира. Это позволяет снижать затраты на производство, уменьшать риски, связанные с геополитическими конфликтами, и обеспечивать стабильность поставок.

Дальнейшее стремительное развитие таких технологий как искусственный интеллект, Интернет вещей (IoT), 5G и квантовые вычисления будет стимулировать спрос на полупроводники. Развитие новых материалов, таких как графен и другие двухмерные материалы, могут открыть новые возможности для повышения производительности и снижения энергозатрат в этой сфере. Кроме того, внедрение технологий 3D-структурирования позволит увеличить плотность транзисторов на чипе без уменьшения их размеров.

Инвестирование в возобновляемые источники энергии и экологически чистые технологии также может способствовать уменьшению экологического следа производства полупроводников, что станет важным конкурентным преимуществом в условиях растущего внимания к экологическим проблемам во многих странах. Чтобы эффективно адаптироваться к вызовам и использовать имеющийся потенциал роста и развития, компании должны разработать комплексные стратегии, включающие инновации, диверсификацию поставок и устойчивое развитие. Использование новых материалов и производственных процессов может снизить затраты на производство полупроводников. Это позволит компаниям снижать цены на свою продукцию, делая ее более доступной потребителям. Инновации способствуют созданию уникальных продуктов с новыми функциями и характеристиками. Это позволяет компаниям выделиться на рынке и привлечь новых клиентов.

Инвестиции в новые производственные мощности критически важны для поддержки и расширения производства полупроводников. Компании должны инвестировать в современные производственные линии и оборудование, чтобы соответствовать растущим требованиям рынка. Инвестиции в новые фабрики и модернизацию существующих производственных линий позволят увеличить объемы производства и обеспечить стабильность поставок. Инвестирование в новые производственные технологии, такие как EUV-литография позволит компаниям создавать более сложные и производительные чипы. Это обеспечит конкурентные преимущества и будет способствовать дальнейшему росту рынка. Инвестиции в новые методы тестирования и контроля качества способны обеспечить высокую надежность и долговечность полупроводников. Это важно для удовлетворения требований клиентов и снижения риска дефектов готовой продукции.

Полупроводники являются стратегическим товаром. Европейский Союз и США определяют рынок полупроводников своим экономическим и геополитическим приоритетом в ближайшие годы. Нашей стане также очень важно найти свое место на этом рынке. Существующие прогнозы и перспективы развития полупроводниковой промышленности обещают значительные трансформации и появление новых возможностей. Интеграция искусственного интеллекта, развитие квантовых вычислений, рост Интернета вещей, переход к новым материалам, нанотехнологии, гибкая электроника и автономные транспортные средства являются ключевыми тенденциями, определяющими будущее этой отрасли. Рост спроса на электронику, расширение географии производства и инвестиции в исследования и разработки обеспечивают перспективы роста данного рынка. Внедрение этих инноваций и тенденций позволит индустрии полупроводников продолжать развиваться и занимать ключевое место в глобальной экономике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боднарь, Д. Полупроводниковая микроэлектроника — 2022 г. Часть 1. Оп тимизм роста сменился падением мирового рынка и неопределенностью / Д. Боднарь // Электронные компоненты. — 2022. — № 12. — С. 6-18. — EDN UQRGAM.

2. Боднарь, Д. Полупроводниковая микроэлектроника — 2022 г. Часть 2. Широкозонные полупроводники — мировые фавориты в новых производствах и научных разработках / Д. Боднарь // Электронные компоненты. — 2023. — № 1. — С. 6-17. — EDN WDGLEW.

3. Варшавский, Л. Е. Перспективы развития рынка полупроводников / Л. Е. Варшавский // Анализ и моделирование экономических и социальных процессов: Математика. Компьютер. Образование. — 2022. — № 29. — С. 78-88. — DOI 10.20537/mce2022econ09. — EDN FFQSIL.

4. Зиятдинова, Н. Р. Тенденции и перспективы развития мирового рынка полупроводников / Н. Р. Зиятдинова, О. И. Эдемов // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. — 2024. — № 3(85). — С. 78-84. — EDN ASPEXO.

5. Ильина, С. А. Рынок полупроводников: глобальная цепочка создания стоимости и динамика в условиях кризиса / С. А. Ильина // Вестник Института экономики Российской академии наук. — 2022. — № 3. — С. 112-125. — DOI 10.52180/2073-6487_2022_3_112_125. — EDN RFYUUW.

6. Седых, Н. В. Мировой рынок полупроводников: основные тенденции и проблемы / Н. В. Седых // Вестник Академии знаний. — 2023. — № 2(55). — С. 222-224. — EDN ATXDWU.

7. Седых, Н. В. Российский рынок полупроводников: проблемы и пути их решения / Н. В. Седых // Естественно-гуманитарные исследования. — 2023. — № 2(46). — С. 196-199. — EDN CJAZQV.

8. Соболев, Д. М. О состоянии инвестиционной среды в телекоммуникационной отрасли / Д. М. Соболев // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. — 2024. — № 1(66). — С. 121-135. — DOI 10.29039/2312-5330-2024-1-121-135. — EDN AWMGVG.

9. Шайхутдинова, Ф. Н. Преодоление дефицита на рынке полупроводников в России: параллельный импорт и новые партнеры / Ф. Н. Шайхутдинова, Е. В. Демидова // Вестник экономики, права и социологии. — 2022. — № 3. — С. 38-41. — EDN LTAEVL.

10. Taiwan and the global semiconductor supply chain. — URL: www.roc-taiwan.org/uploads/sites/86/2024/07/Aug_Sep_2024_Issue-20240725.pdf (date of the application: 10.03-14.03.2025).

11. Americas' Chip Suppliers Continue to Dominate R&D Spending / Design & Reuse. — URL: www.design-reuse.com/news/52373/semiconductor-rd-spending-by-location.html (date of the application: 10.03-14.03.2025).

12. Semiconductors — Worldwide / Official Site of Statista. — 2024. — URL: www.statista.com/outlook/tmo/semiconductors/worldwide (date of the application: 10.03-14.03.2025).

13. Global Semiconductor Foundry Market Share: Quarterly. — 2024. — URL: www.counterpointresearch.com/insights/global-semiconductor-foundry-market-share/ (date of the application: 10.03-14.03.2025).

14. State of the U.S. semiconductor industry / Official Site of Semiconductor Industry Association. — URL: www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2024/10/SIA_2024_State-of-Industry-Report.pdf (date of the application: 10.03-14.03.2025).

15. Main UN Trade and Development / UNCTAD. — 2024. — URL: unctadstat.unctad.org/EN/ (date of the application: 10.03-14.03.2025).

16. Infographic: Global Foundry Revenue Share. Q3 2024 / Technology Market Research // Counterpoint. — URL: www.counterpointresearch.com/report/infographic-foundry-revenue-share-q3-2024 (date of the application: 10.03-14.03.2025).

17. Financial Results — 2024Q4 / TSMC Company Limited. — URL: investor.tsmc.com/english/quarterly-results/2024/q4 (date of the application: 10.03-14.03.2025).

18. Country Reports by ITA — Industry & Analysis. 2024 / Official Website of the International Trade Administration. — URL: www.trade.gov/data-visualization/country-reports-ita-industry-analysis (date of the application: 10.03-14.03.2025).

19. DG Trade Statistical. Guide / European Commission. Brussels. August 2023. — URL: op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fc3c3fc0-5c50-11ee-9220-01aa75ed71a1 (date of the application: 10.03-14.03.2025).

20. H.R.4346 — CHIPS and Science Act / Official website of the US congress/ — URL: www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346 (date of the application: 10.03-14.03.2025).

21. Semiconductor. World's No. 1 Memory Semiconductor Producer No. 2 / Semiconductor Producer // Invest Korea. — 2024. — URL: www.investkorea.org/ik-en/cntnts/i-312/ (date of the application: 10.03-14.03.2025).

SPISOK LITERATURY

1. Bodnar', D. Poluprovodnikovaya mikroelektronika — 2022 g. Chast' 1. Op timizm rosta smenilsya padeniyem mirovogo rynka i neopredelennost'yu / D. Bodnar' // Elektronnyye komponenty. — 2022. — № 12. — S. 6-18. — EDN UQRGAM.

2. Bodnar', D. Poluprovodnikovaya mikroelektronika — 2022 g. Chast' 2. Shirokozonnyye poluprovodniki — mirovyye favority v novykh proizvodstvakh i nauchnykh razrabotkakh / D. Bodnar' // Elektronnyye komponenty. — 2023. — № 1. — S. 6-17. — EDN WDGLEW.

3. Varshavskiy, L. Ye. Perspektivy razvitiya rynka poluprovodnikov / L. Ye. Varshavskiy // Analiz i modelirovaniye ekonomicheskikh i sotsial'nykh protsessov: Matematika. Komp'yuter. Obrazovaniye. — 2022. — № 29. — S. 78-88. — DOI 10.20537/mce2022econ09. — EDN FFQSIL.

4. Ziyatdinova, N. R. Tendentsii i perspektivy razvitiya mirovogo rynka poluprovodnikov / N. R. Ziyatdinova, O. I. Edemov // Uchenyye zapiski Krymskogo inzhenerno-pedagogicheskogo universiteta. — 2024. — № 3(85). — S. 78-84. — EDN ASPEXO.

5. Il'ina, S. A. Rynok poluprovodnikov: global'naya tsepochka sozdaniya stoimosti i dinamika v usloviyakh krizisa / S. A. Il'ina // Vestnik Instituta ekonomiki Rossiyskoy akademii nauk. — 2022. — № 3. — S. 112-125. — DOI 10.52180/2073-6487_2022_3_112_125. — EDN RFYUUW.

6. Sedykh, N. V. Mirovoy rynok poluprovodnikov: osnovnyye tendentsii i problemy / N. V. Sedykh // Vestnik Akademii znaniy. — 2023. — № 2(55). — S. 222-224. — EDN ATXDWU.

7. Sedykh, N. V. Rossiyskiy rynok poluprovodnikov: problemy i puti ikh resheniya / N. V. Sedykh // Yestestvenno-gumanitarnyye issledovaniya. — 2023. — № 2(46). — S. 196-199. — EDN CJAZQV.

8. Sobolev, D. M. O sostoyanii investitsionnoy sredy v telekommunikatsionnoy otrasli / D. M. Sobolev // Nauchnyy vestnik: finansy, banki, investitsii. — 2024. — № 1(66). — S. 121-135. — DOI 10.29039/2312-5330-2024-1-121-135. — EDN AWMGVG.

9. Shaykhutdinova, F. N. Preodoleniye defitsita na rynke poluprovodnikov v Rossii: parallel'nyy import i novyye partnery / F. N. Shaykhutdinova, Ye. V. Demidova // Vestnik ekonomiki, prava i sotsiologii. — 2022. — № 3. — S. 38-41. — EDN LTAEVL.

10. Taiwan and the global semiconductor supply chain. — URL: www.roc-taiwan.org/uploads/sites/86/2024/07/Aug_Sep_2024_Issue-20240725.pdf (date of the application: 10.03-14.03.2025).

11. Americas' Chip Suppliers Continue to Dominate R&D Spending / Design & Reuse. — URL: www.design-reuse.com/news/52373/semiconductor-rd-spending-by-location.html (date of the application: 10.03-14.03.2025).

12. Semiconductors — Worldwide / Official Site of Statista. — 2024. — URL: www.statista.com/outlook/tmo/semiconductors/worldwide (date of the application: 10.03-14.03.2025).

13. Global Semiconductor Foundry Market Share: Quarterly. — 2024. — URL: www.counterpointresearch.com/insights/global-semiconductor-foundry-market-share/ (date of the application: 10.03-14.03.2025).

14. State of the U.S. semiconductor industry / Official Site of Semiconductor Industry Association. — URL: www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2024/10/SIA_2024_State-of-Industry-Report.pdf (date of the application: 10.03-14.03.2025).

15. Main UN Trade and Development / UNCTAD. — 2024. — URL: unctadstat.unctad.org/EN/ (date of the application: 10.03-14.03.2025).

16. Infographic: Global Foundry Revenue Share. Q3 2024 / Technology Market Research // Counterpoint. — URL: www.counterpointresearch.com/report/infographic-foundry-revenue-share-q3-2024 (date of the application: 10.03-14.03.2025).

17. Financial Results — 2024Q4 / TSMC Company Limited. — URL: investor.tsmc.com/english/quarterly-results/2024/q4 (date of the application: 10.03-14.03.2025).

18. Country Reports by ITA — Industry & Analysis. 2024 / Official Website of the International Trade Administration. — URL: www.trade.gov/data-visualization/country-reports-ita-industry-analysis (date of the application: 10.03-14.03.2025).

19. DG Trade Statistical. Guide / European Commission. Brussels. August 2023. — URL: op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fc3c3fc0-5c50-11ee-9220-01aa75ed71a1 (date of the application: 10.03-14.03.2025).

20. H.R.4346 — CHIPS and Science Act / Official website of the US congress/ — URL: www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346 (date of the application: 10.03-14.03.2025).

21. Semiconductor. World's No. 1 Memory Semiconductor Producer No. 2 / Semiconductor Producer // Invest Korea. — 2024. — URL: www.investkorea.org/ik-en/cntnts/i-312/ (date of the application: 10.03-14.03.2025).

Статья поступила в редакцию 22 марта 2025 года

Статья одобрена к печати 4 сентября 2025 года